# รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

# การปรับปรุงประสิทธิภาพในการดำเนินงานของแผนกผู้ป่วยนอกด้วยแนวคิดของการจัดการแบบลีน กรณีศึกษา โรงพยาบาลสมุทรปราการ

# Operating Efficiency Improvement in Out-patient Department using Lean Management Concepts: A Case Study of Samutprakan Hospital

รศ.ดร.สิทธิพร พิมพ์สกุล

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2557
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

# การปรับปรุงประสิทธิภาพในการดำเนินงานของแผนกผู้ป่วยนอกด้วยแนวคิดของการจัดการแบบลีน กรณีศึกษา โรงพยาบาลสมุทรปราการ

# Operating Efficiency Improvement in Out-patient Department using Lean Management Concepts: A Case Study of Samutprakan Hospital

รศ.ดร.สิทธิพร พิมพ์สกุล

12697606

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2557
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ การปรับปรุงประสิทธิภาพในการดำเนินงานของแผนกผู้ป่วยนอกด้วยแนวคิดของการจัดการแบบลีน กรณีศึกษา โรงพยาบาลสมุทรปราการ

แหล่งเงิน งบประมาณเงินรายได้

ประจำปีงบประมาณ 2557

จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 60,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี เริ่มทำการวิจัยเมื่อ ตุลาคม 2556 ถึง กันยายน 2557

หัวหน้าโครงการ รศ.ดร.สิทธิพร พิมพ์สกุล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงระบบการให้บริการของผู้ป่วยนอก กรณีศึกษา โรงพยาบาลสมุทรปราการ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาระบบการให้บริการในปัจจุบัน และเก็บรวบรวมข้อมูลเวลาระหว่างการมาถึงของผู้ป่วย และเวลาในการให้บริการในแต่ละขั้นตอน ได้แก่ จุดรับบัตรคิว จุดซักประวัติ จุดวัดความดัน จุดบันทึกประวัติ จุดคัดกรองก่อนตรวจ จุดตรวจวินิจฉัย จุดคัดกรองหลังตรวจ และจุดรับใบนัดใหม่ จากนั้น ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหา และนำข้อมูลที่ได้ไปจำลองระบบการให้บริการของผู้ป่วยนอกของโรงพยาบาล และทดลองปรับเปลี่ยนระบบการให้บริการใหม่ ด้วยโปรแกรมจำลองสถานการณ์อารีน่า พร้อมทั้งเปรียบเทียบเวลารวมเฉลี่ยในระบบของผู้ป่วยจากระบบการให้บริการในปัจจุบัน และระบบการให้บริการใหม่ ปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบการให้บริการปัจจุบันคือผู้ป่วยต้องใช้เวลารวมเฉลี่ยในระบบนาน สาเหตุส่วนใหญ่เกิดระบบนัดผู้ป่วยของโรงพยาบาลไม่มีประสิทธิภาพ หรือไม่มีการแบ่งนัดผู้ป่วย ผู้วิจัยจึงได้ปรับปรุงระบบนัดของทางโรงพยาบาลใหม่โดยการแบ่งการนัดออกเป็น 5 ช่วงเวลา ช่วงเวลาละ 1 ชั่วโมง และทำการนัดผู้ป่วยช่วงเวลาละ 50 ราย จากผู้ป่วยนัดทั้งสิ้น 250 รายต่อวัน รวมทั้งลดเวลาในการทำงานของพยาบาลลง 30 นาที ผลลัพธ์ที่ได้สามารถลดเวลารวมเฉลี่ยในระบบของผู้ป่วยทั้ง 3 ประเภทได้มากกว่า 1 ชั่วโมง ผู้ป่วยที่ต้องเจาะเลือดมีเวลารวมเฉลี่ยในระบบลดลงคิดเป็น 33.06% ผู้ป่วยที่ต้องเอ็กซเรย์มีเวลารวมเฉลี่ยในระบบลดลงคิดเป็น 44.04% และผู้ป่วยทั่วไปที่ไม่มีการเจาะเลือดและเอ็กซเรย์มีเวลารวมเฉลี่ยในระบบลดลงคิดเป็น 70.62%

**คำสำคัญ:** ผู้ป่วยนอก การจำลองสถานการณ์ ประสิทธิภาพในการดำเนินงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title Operating Efficiency Improvement in Out-patient Department using Lean Management Concepts: A Case Study of Samutprakan Hospital

Researcher Associate Professor Dr. Sittiporn Pimsakul

Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

## ABSTRACT

This research is to improve an operating efficiency of out-patient service system: a case study of Samutprakan Hospital. Researcher studies a current service system and collects time between arrival of patients and service times in each process, including getting queue card, checking case history, monitoring pressure, recording history, screening before diagnosing, diagnosing, screening after diagnosing, and getting next appointment card. Then, researcher analyzes the related data in order to identify causes of problem and develop a simulation model for the out-patient service system using Arena Simulation program and researcher also compares the average total cycle times of the patients between the current and new service systems. The main problem in the current service system is that patients have to wait for a long period of time. The major cause of this problem is an inefficient hospital appointment system. Researcher sets up a new appointment system by dividing appointment time into 5 intervals, one hour for each interval, and making appointments for 50 patients in each intervals from 250 patients per day and also reduces working time of nurses about 30 minutes. The results of this research are reduction of the average total cycle times of three groups of patients for more than one hour. Average total cycle times of patients with blood test, with X-ray, and general patients decrease by 33.06%, 44.04%, and 70.62%, respectively.

**Keywords:** Out-patient, Simulation, Operating Efficiency

-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง การปรับปรุงประสิทธิภาพในการดำเนินงานของแผนกผู้ป่วยนอกด้วยแนวคิดของการจัดการแบบลีน กรณีศึกษา โรงพยาบาลสมุทรปราการ สามารถสำเร็จลุล่วงได้ โดยได้รับความกรุณาจากบุคคลหลายฝ่ายที่ให้ความร่วมมือและให้ความช่วยเหลือ ซึ่งผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องที่ส่งผลให้งานวิจัยฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ไว้ ณ ที่นี้

นายแพทย์ สัมพันธ์ คมฤทธิ์ ผู้อำนวยการโรงพยาบาลสมุทรปราการ และ นายแพทย์ ชูศักดิ์ เรืองจุติโพธิ์พาน รองผู้อำนวยการด้านพัฒนาระบบบริการสุขภาพ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ที่ให้โอกาสให้ผู้วิจัยได้เข้าไปศึกษากระบวนการการทำงานของแผนกต่างๆ ในโรงพยาบาลสมุทรปราการ และให้การสนับสนุนการทำวิจัยฉบับนี้เป็นอย่างดี

นายแพทย์ อนุวัตร สุขสมานพาณิชย์ นายแพทย์ชำนาญการ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ที่ให้คำแนะนำและคำปรึกษาอย่างดีมาโดยตลอด รวมถึงช่วยติดต่อประสานงานเกี่ยวกับข้อมูลของทางโรงพยาบาล

คุณวันเพ็ญ เพชรรักษ์ และคุณนันทนา พัฒนกุล พยาบาลวิชาชีพชำนาญการ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในด้านอำนวยการ และประสานงานกับทางโรงพยาบาลสมุทรปราการและให้ความกรุณาและช่วยเหลือ ในเรื่องของการเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัย รวมไปถึงการให้คำแนะนำในด้านต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยฉบับนี้

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณ นางสาวรุ่งอรุณ อริยะสันติชัย และนางสาวศิริรัตน์ พวงธรรม ที่ให้ความช่วยเหลือผู้วิจัยในการประสานงานและรวบรวมข้อมูลจากทางโรงพยาบาลสมุทรปราการ รวมทั้งการวิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยในครั้งนี้

รศ.ดร.สิทธิพร พิมพ์สกุล
หัวหน้าโครงการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ


หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

สารบัญ ..... ง

สารบัญตาราง ..... ช

สารบัญภาพ ..... ซ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ ..... 2

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย ..... 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ..... 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีแถวคอย ..... 3

2.1.1 ภาพแบบของระบบแถวคอย ..... 4

2.1.2 การเก็บข้อมูลในระบบแถวคอย ..... 8

2.1.3 ตัวแบบแถวคอย ..... 9

2.1.4 การวิเคราะห์ระบบแถวคอย ..... 11

2.2 วิธีการจำลองสถานการณ์ ..... 14

2.2.1 ความหมายของการจำลองสถานการณ์ ..... 16

2.2.2 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ ..... 17

2.2.3 การกำหนดจำนวนรอบของการจำลองสถานการณ์ ..... 19

2.2.4 การทดสอบการแจกแจงของข้อมูล ..... 19

2.2.5 การตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง ..... 21

2.2.6 ข้อดีของแบบจำลองสถานการณ์ ..... 22


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.7 ข้อจำกัดของแบบจำลองสถานการณ์ ..... 22
2.2.8 คำจำกัดความที่ใช้ในการศึกษาในโปรแกรมจำลองสถานการณ์ Arena Simulation ..... 23
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..... 24

**บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย**

3.1 การศึกษากระบวนการการให้บริการของแผนกผู้ป่วยนอกอายุรกรรม ..... 30
3.2 การเก็บข้อมูลภายในแผนกอายุรกรรม ..... 33
3.2.1 ข้อมูลทั่วไปของหน่วยให้บริการและเวลาทำการ ..... 34
3.2.2 อัตราการเข้ามาของผู้ป่วย ..... 35
3.2.3 เวลาในการให้บริการ ..... 36
3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้เพื่อหาภาพแบบการแจกแจงของชุดข้อมูล ..... 37
3.4 การจำลองระบบของแผนกผู้ป่วยนอกอายุรกรรม ..... 41
3.4.1 การจำลองการเข้ามาของผู้ป่วย ..... 42
3.4.2 การจำลองการให้บริการผู้ป่วย ..... 44
3.5 การกำหนดจำนวนรอบการจำลองสถานการณ์ ..... 48
3.6 การตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง ..... 49
3.6.1 การตรวจสอบความถูกต้อง ..... 49
3.6.2 การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง ..... 50
3.7 ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองระบบแผนกผู้ป่วยนอกอายุรกรรม ..... 51
3.7.1 เวลารอคอยในแต่ละจุดบริการ ..... 51
3.7.2 เวลารวมเฉลี่ยในระบบของผู้ป่วยแต่ละประเภท ..... 52
3.8 การวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้ผู้ป่วยมีเวลารวมเฉลี่ยในระบบนาน ..... 53
3.8.1 สาเหตุที่เกิดจากกระบวนการให้บริการของแผนกอายุรกรรม ..... 53
3.8.2 สาเหตุจากตัวผู้ป่วยเอง ..... 55
3.8.3 สาเหตุจากภาพแบบการจัดวางแผนผังของแผนก ..... 55
3.8.4 สาเหตุจากทรัพยากรของทางแผนก ..... 55
3.9 การออกแบบแนวทางในการปรับปรุง ..... 55
3.9.1 การปรับเปลี่ยนระบบการนัดผู้ป่วยใหม่เป็นกระจายนัดผู้ป่วยออกเป็นกลุ่มในแต่ละช่วงเวลา ..... 56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9.2 การปรับเปลี่ยนตารางการทำงานของแพทย์และพยาบาลให้สอดคล้องกับผู้ป่วย 56

.....

**บทที่ 4 ผลการทดลอง**

4.1 ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองระบบแผนกผู้ป่วยนอกอายุรกรรม..... 58

4.1.1 ผลลัพธ์จำนวนผู้ป่วยที่เข้ามาในระบบและออกจากระบบ..... 58

4.1.2 ผลลัพธ์เวลารอคอยในแต่ละจุดบริการ..... 59

4.1.3 เวลารวมเฉลี่ยในระบบของผู้ป่วยแต่ละประเภท..... 60

4.2 การเปรียบเทียบผลของระบบปัจจุบันและระบบใหม่ที่ปรับปรุงขึ้น..... 60

**บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ**

5.1 สรุปผลการวิจัย..... 63

5.2 ข้อเสนอแนะ..... 65

เอกสารอ้างอิง..... 66

ภาคผนวก ก. ข้อมูลอัตราการเข้ามาโดยเฉลี่ยของผู้ป่วยในแต่ละช่วงเวลา และเวลา
ในการให้บริการของหน่วยงานย่อยอื่นๆ..... 68

ภาคผนวก ข. รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของข้อมูล อัตราการเข้ามาโดยเฉลี่ยของ
ผู้ป่วยในแต่ละช่วงเวลาและเวลาในการให้บริการที่จุดต่างๆ..... 74

ประวัติผู้วิจัย..... 90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง


| | | หน้า |
|---|---|---|
| ตารางที่ 2.1 | ผลการทดสอบสมมติฐานและความผิดพลาดในการทดสอบ..... | 21 |
| ตารางที่ 3.1 | ช่วงเวลาการให้บริการของหน่วยงานย่อยในแผนกอายุรกรรม..... | 34 |
| ตารางที่ 3.2 | ตัวอย่างข้อมูลดิบของเวลาในการให้บริการของจุดซักประวัติจำนวน 50 ข้อมูล..... | 38 |
| ตารางที่ 3.3 | รูปแบบการแจกแจงของข้อมูลอัตราการเข้ามาโดยเฉลี่ยของผู้ป่วยในแต่ละช่วงเวลา... | 40 |
| ตารางที่ 3.4 | ข้อมูลเวลาในการให้บริการในแต่ละจุดบริการ..... | 41 |
| ตารางที่ 3.5 | อธิบายการเปรียบเทียบข้อมูลเวลารวมเฉลี่ยในระบบปัจจุบันและระบบที่ได้จากการจำลอง..... | 51 |
| ตารางที่ 3.6 | เวลาการทำงานของแพทย์และพยาบาลที่จำลองขึ้นใหม่เปรียบเทียบกับระบบในปัจจุบัน..... | 57 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ


| | | หน้า |
|---|---|---|
| ภาพที่ 2.1 | โครงสร้างพื้นฐานของระบบแถวคอย | 4 |
| ภาพที่ 2.2 | ระบบแถวคอยแบบช่องทางเดียว - ขั้นตอนเดียว | 6 |
| ภาพที่ 2.3 | ระบบแถวคอยแบบช่องทางเดียว - หลายขั้นตอน | 6 |
| ภาพที่ 2.4 | ระบบแถวคอยแบบหลายช่องทาง - ขั้นตอนเดียว | 7 |
| ภาพที่ 2.5 | ระบบแถวคอยแบบหลายช่องทาง - หลายขั้นตอน | 7 |
| ภาพที่ 3.1 | แผนผังแสดงเส้นทางการเข้ารับบริการสำหรับผู้ป่วยนัดแต่ละประเภท | 32 |
| ภาพที่ 3.2 | แผนภูมิแสดงเปอร์เซ็นต์ผู้ป่วยนัดแต่ละประเภท | 33 |
| ภาพที่ 3.3 | แผนภูมิแสดงอัตราการเข้ามาโดยเฉลี่ยของผู้ป่วยในแต่ละช่วงเวลา (คน/ชั่วโมง) | 35 |
| ภาพที่ 3.4 | ตัวอย่างใบเก็บข้อมูลเวลาเจาะเลือดและเอ็กซเรย์ของผู้ป่วย | 36 |
| ภาพที่ 3.5 | รูปแบบการแจกแจงของข้อมูลเวลาในการให้บริการที่จุดซักประวัติผู้ป่วย โดยใช้โปรแกรม Input Analyzer | 39 |
| ภาพที่ 3.6 | การสร้างผู้ป่วยเข้ามาในระบบด้วยคำสั่ง Create Module | 42 |
| ภาพที่ 3.7 | กำหนดค่าอัตราการเข้ามาโดยเฉลี่ยของผู้ป่วยในแต่ละช่วงเวลาลงใน Schedule Spreadsheet Module | 43 |
| ภาพที่ 3.8 | การกำหนดคุณสมบัติประจำตัวให้แก่ผู้ป่วย โดยใช้คำสั่ง Assign | 43 |
| ภาพที่ 3.9 | การแบ่งผู้ป่วยออกเป็น 3 ประเภท ด้วยคำสั่ง Decide Module | 44 |
| ภาพที่ 3.10 | การกำหนดค่าให้ผู้ป่วยแต่ละประเภท ด้วยคำสั่ง Assign Module | 44 |
| ภาพที่ 3.11 | การจำลองจุดให้บริการซักประวัติผู้ป่วย โดยใช้คำสั่ง Process Module | 45 |
| ภาพที่ 3.12 | การแบ่งทรัพยากร ประเภทของพยาบาลออกเป็น 2 ประเภท ด้วยคำสั่ง Set Spreadsheet Module | 46 |
| ภาพที่ 3.13 | การกำหนดรูปแบบการทำงานของทรัพยากรด้วยคำสั่ง Resource Spreadsheet Module | 46 |
| ภาพที่ 3.14 | การกำหนดจำนวนทรัพยากรในช่วงเวลาต่างๆ ด้วยคำสั่ง Schedule Spreadsheet Module | 46 |
| ภาพที่ 3.15 | แบบจำลองระบบการทำงานของแผนกอายุรกรรมที่ผู้วิจัยได้ทำการจำลองด้วยโปรแกรม Arena Version 10.0 ที่เสร็จสมบูรณ์ | 47 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | |
|---|---|---|
| ภาพที่ 3.16 | ผลลัพธ์ของเวลารวมเฉลี่ยในระบบของคนไข้ทั้ง 3 ประเภท ที่ได้จากการประมวลผล 5 รอบ..... | 48 |
| ภาพที่ 3.17 | ผลลัพธ์ของจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามาในระบบและออกจากระบบ จากการประมวลผลซ้ำ 13 รอบ..... | 50 |
| ภาพที่ 3.18 | ผลลัพธ์เวลารวมเฉลี่ยในระบบของผู้ป่วยแต่ละประเภท ที่มีการประมวลผลซ้ำ 13 รอบ ..... | 50 |
| ภาพที่ 3.19 | ผลลัพธ์เวลารอคอยของผู้ป่วยที่จุดบริการต่างๆ..... | 52 |
| ภาพที่ 3.20 | แผนภูมิกราฟแท่งแสดงผลลัพธ์เวลารอคอยของผู้ป่วยที่จุดบริการต่างๆ..... | 52 |
| ภาพที่ 3.21 | แผนผังเหตุและผลแสดงสาเหตุที่ทำให้เกิดการรอคอยที่ยาวนาน..... | 53 |
| ภาพที่ 3.22 | ภาพของผู้ป่วยแผนกอายุรกรรมที่ส่วนใหญ่มาก่อนเวลานาน..... | 54 |
| ภาพที่ 3.23 | ภาพผู้ป่วยอายุรกรรมที่ต้องรอแพทย์ตรวจวินิจฉัย..... | 54 |
| ภาพที่ 3.24 | แผนภูมิแสดงอัตราการเข้ามาของผู้ป่วยของระบบใหม่ที่ปรับปรุงขึ้น (คน/ชั่วโมง)..... | 56 |
| ภาพที่ 4.1 | ผลลัพธ์ของจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามาในระบบและออกจากระบบของระบบที่ปรับปรุงใหม่..... | 58 |
| ภาพที่ 4.2 | ผลลัพธ์ของเวลารอคอยเฉลี่ยที่จุดบริการต่างๆ ของระบบที่ปรับปรุงขึ้น..... | 59 |
| ภาพที่ 4.3 | แผนภูมิแท่งแสดงเวลารอคอยเฉลี่ยที่จุดบริการต่างๆ ของระบบที่ปรับปรุงขึ้น..... | 60 |
| ภาพที่ 4.4 | ผลลัพธ์ของเวลารวมเฉลี่ยในระบบของผู้ป่วยทั้ง 3 ประเภท จากระบบที่ถูกปรับปรุงขึ้น.... | 60 |
| ภาพที่ 4.5 | กราฟเปรียบเทียบเวลารวมเฉลี่ยในระบบของผู้ป่วยทั้ง 3 ประเภท ระหว่างระบบปัจจุบันกับระบบใหม่ที่ปรับปรุงขึ้น..... | 61 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โรงพยาบาลและสถานพยาบาล เป็นองค์การที่ดำเนินงานด้านการแพทย์ มีหน้าที่ให้บริการสาธารณสุขทุกด้านแก่ประชาชน ทั้งด้านการส่งเสริมสุขภาพ การป้องกันโรค/ภาวะเสี่ยงต่อการเกิดโรคหรือลักษณะที่จะเป็นอันตรายต่อสุขภาพ การรักษาพยาบาล และการฟื้นฟูสภาพภายหลังการเจ็บป่วย ทั้งการให้บริการ ณ องค์การ และการให้บริการภายนอกองค์การ นอกจากนี้ ยังเป็นสถานที่ฝึกอบรมบุคลากรด้านการแพทย์และสาธารณสุข ตลอดจนการศึกษา การค้นคว้า และการวิจัยในด้านการแพทย์ ด้านการสาธารณสุข และด้านอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ในการที่จะแก้ไขปัญหาและการพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชนรวมไปถึงการสร้างความพึงพอใจให้กับผู้ที่มาใช้บริการ/ผู้ป่วย โรงพยาบาลจึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงคุณภาพและเพิ่มประสิทธิภาพในทั้งด้านการให้บริการและการจัดการ เพื่อให้เกิดความสะดวก รวดเร็ว รวมไปถึงการใช้ทรัพยากรได้อย่างคุ้มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุด

โรงพยาบาลสมุทรปราการ เป็นโรงพยาบาลของภาครัฐ ตั้งอยู่เลขที่ 71 ตำบลปากน้ำ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ มีเนื้อที่ประมาณ 28 ไร่ มีจำนวนเตียง 385 เตียง จำนวนอัตรากำลังบุคลากร รวมทั้งสิ้น 1,408 คน (ข้อมูล ณ ปี 2555) จำนวนผู้ป่วยที่มาใช้บริการของโรงพยาบาลมีจำนวนที่มากขึ้นทุกปี ในขณะที่บุคลากรทางการแพทย์มีจำนวนที่คงที่ จึงไม่สามารถรองรับจำนวนผู้ป่วยที่มาใช้บริการได้อย่างเพียงพอจึงทำให้เกิดปัญหาความล่าช้าของกระบวนการให้บริการในขั้นตอนต่างๆ ขึ้นโดยเฉพาะในส่วนของผู้ป่วยนอกแผนกอายุรกรรม ซึ่งมีผู้ป่วยมาใช้บริการเป็นจำนวนมากที่สุด จึงทำให้เกิดปัญหาการรอคอยเป็นเวลานาน เป็นผลให้ผู้ป่วยที่มาใช้บริการเกิดความไม่พึงพอใจและอาจก่อให้เกิดความสูญเสียด้านเศรษฐกิจตามมา

งานวิจัยฉบับนี้ มุ่งเน้นการปรับปรุงระบบการให้บริการของผู้ป่วยนอกที่มีการนัดของแผนกอายุรกรรม โดยได้ทำการศึกษาระบบการทำงานในปัจจุบัน วิเคราะห์ข้อมูลและค้นหาสาเหตุของปัญหา เพื่อที่จะนำข้อมูลที่ได้ในปัจจุบันไปจำลองระบบการให้บริการของโรงพยาบาลและทดลองปรับเปลี่ยนระบบใหม่ เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลารวมเฉลี่ยในระบบของผู้ป่วยนัดแต่ละประเภท โดยพิจารณาจากระบบที่ได้จำลองขึ้นกับระบบการทำงานในปัจจุบันของโรงพยาบาลว่าสามารถลดระยะเวลารวมเฉลี่ยในระบบของผู้ป่วยนัดแต่ละประเภทได้จริง เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้กับระบบการทำงานในปัจจุบันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุที่ส่งผลให้ระบบการให้บริการผู้ป่วยนอก แผนกอายุรกรรมของโรงพยาบาลสมุทรปราการเกิดความล่าช้า

2. เพื่อออกแบบ และนำเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงระบบการให้บริการผู้ป่วยนอกในปัจจุบันโดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองสถานการณ์ของระบบการให้บริการด้วยโปรแกรมอารีน่า

3. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบการให้บริการผู้ป่วยนอกในปัจจุบันกับระบบที่ปรับปรุงใหม่

4. เพื่อเป็นแนวทางในการลดระยะเวลารวมเฉลี่ยในระบบของผู้ป่วยนัดแต่ละประเภท ในแผนกอายุรกรรม โดยมีเป้าหมายในการลดระยะเวลารวมเฉลี่ยลงจากเดิมอย่างน้อย 1 ชั่วโมง

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้ไม่สามารถศึกษาได้ในทุกๆ ด้าน ผู้วิจัยจึงขอกำหนดขอบเขตในงานวิจัยนี้ ดังนี้

1. ศึกษาเฉพาะกระบวนการการให้บริการผู้ป่วยนอกแผนกอายุรกรรมที่มีการนัดหมายเท่านั้น

2. ศึกษาเฉพาะวันจันทร์ อังคาร พุธ และศุกร์ ที่มีการให้บริการผู้ป่วยโรคไตร่วมด้วย

3. พิจารณาระบบที่ได้จำลองขึ้นเป็นระบบในอุดมคติ ไม่มีผู้ป่วยที่ต้องเจาะเลือด หรือเอ็กซ์เรย์ซ้ำหลังการพบแพทย์

4. จากระบบการให้บริการผู้ป่วยนอกที่จำลองขึ้นใหม่ ส่วนของทรัพยากรที่ใช้จะไม่พิจารณาในเรื่องค่าใช้จ่าย เนื่องจากข้อมูลไม่ได้รับการเปิดเผย

5. ใช้ข้อมูลเกี่ยวกับการให้บริการผู้ป่วยนอกแผนกอายุรกรรม ตั้งแต่ เดือนกรกฎาคม ถึงพฤศจิกายน 2556 รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 5 เดือน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบการให้บริการผู้ป่วยนอกแผนกอายุรกรรมของโรงพยาบาลสมุทรปราการ

2. ได้แนวทางในการดำเนินการ เพื่อนำไปสู่การลดระยะเวลารวมเฉลี่ยในระบบการให้บริการผู้ป่วยนอกแผนกอายุรกรรม

3. ช่วยปรับปรุงระบบการให้บริการผู้ป่วยนอกแผนกอายุรกรรมและเพิ่มความพึงพอใจให้แก่ผู้ป่วยที่มาใช้บริการ

4. สามารถใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงระบบการให้บริการสาธารณสุขอื่นๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการและยกระดับมาตรฐานการบริการสาธารณสุขของโรงพยาบาลสมุทรปราการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2
# ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยจะกล่าวถึงแนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ระบบแถวคอยและการจำลองระบบ (Simulation) เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาและได้ข้อมูลอ้างอิงที่สามารถนำมาพัฒนาและปรับปรุงโปรแกรมจำลองสถานการณ์ได้อย่างถูกต้อง

## 2.1 ทฤษฎีแถวคอย

ทฤษฎีแถวคอย (Queuing Theory) นี้ได้พัฒนาโดย เอ.เค.เออร์แลง (A.K. Erlang) ซึ่งเป็นวิศวกรด้านโทรศัพท์ และเป็นผู้ริเริ่มพัฒนาขึ้นในปี พ.ศ. 2453 เพื่อแก้ปัญหาการรอคอยของผู้ใช้โทรศัพท์ที่กรุงโคเปนเฮเกน ประเทศเดนมาร์ก ต่อจากนั้น ก็ได้มีผู้ทำการศึกษาทฤษฎีแถวคอยและนำไปประยุกต์ใช้ในลักษณะอื่นๆ อย่างกว้างขวาง ทั้งในระบบการผลิต (Manufacturing System) หรือรวมไปถึงระบบงานต่างๆ ในด้านการบริการ (Service System) เช่น การเข้าแถวรอซื้ออาหาร การรอรับยาภายในโรงพยาบาล การรอรับบริการในธนาคาร การเข้าแถวรอของผู้ป่วยที่เข้ารับการตรวจรักษาที่โรงพยาบาล เป็นต้น

การรอคอย (Waiting) เป็นเงื่อนไขที่เกิดขึ้นเมื่อผู้ใช้บริการต้องรอหน่วยให้บริการ เมื่อหน่วยให้บริการไม่สามารถให้บริการได้ทัน แถวคอย (Queue) เกิดขึ้นเมื่อความต้องการรับบริการมีมากกว่าความสามารถในการให้บริการ และเป็นสภาพที่เกิดขึ้นเนื่องจากมีการรอคอยเพื่อรับบริการ ซึ่งมีสาเหตุมาจากความไม่แน่นอนของอัตราการเข้ารับบริการและการให้บริการ ตัวอย่างแถวคอยที่พบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน เช่น การเข้าแถวคอยใช้บริการของธนาคาร และการเข้าแถวลงทะเบียนของนักศึกษา

ทฤษฎีแถวคอย เป็นทฤษฎีที่มาจากการวิเคราะห์การรอคอยของผู้มารับบริการหรือลูกค้า (Customer) ที่มาใช้บริการจากผู้ให้บริการ (Server) โดยมีการตั้งเป็นแบบจำลองคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ระบบของการให้บริการและศึกษาสภาวะของระบบแถวคอย โดยอาศัยหลักการของความน่าจะเป็นของผู้เข้ามารับบริการ และการให้บริการ ทำให้ทราบข้อมูลเพื่อนำไปปรับปรุงการให้บริการต่อไป เช่น สามารถคำนวณได้ว่ามีลูกค้าโดยเฉลี่ยกี่คนที่กำลังรอเข้ารับบริการ หรือระยะเวลาที่ลูกค้าแต่ละคนต้องรอคอยเพื่อเข้ารับบริการจากผู้ให้บริการ เป็นต้น

ปัญหาแถวคอย เป็นสิ่งที่เราเห็นอยู่ในชีวิตประจำวัน เช่น การเข้าแถวคอยเพื่อรอจ่ายเงินในซุปเปอร์มาเก็ต การรอรับบริการที่ธนาคาร การเข้าแถวเพื่อสั่งอาหารตามร้านอาหารจานด่วน (Fast Food) หรือเครื่องบินที่รอลงจอดที่สนามบิน เครื่องจักรรอการซ่อม หรือเอกสารที่รอการพิมพ์ เป็นต้น ในระบบแถวคอยลูกค้าหรือผู้รับบริการอาจจะเป็นบุคคลหรือเป็นสิ่งของ เช่น เอกสาร เครื่องจักร ดังที่กล่าวมาแล้ว ส่วนผู้ให้บริการ

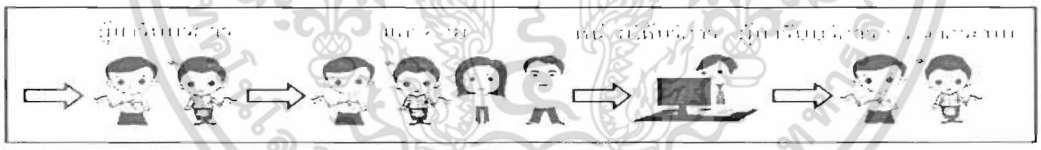
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Server) อาจจะเป็นคน เช่น พนักงานธนาคาร พนักงานเก็บเงินที่ซุปเปอร์มาร์เก็ต หรือเป็นเครื่องจักร เช่น เครื่อง ATM เป็นต้น แถวคอยจะเกิดขึ้นเมื่ออัตราการเข้ารับบริการสูงกว่าอัตราการให้บริการ อย่างไรก็ตาม ในกิจการหนึ่งๆ จะไม่เกิดแถวคอยรอรับบริการตลอดเวลา เช่น การจ่ายเงินที่ซุปเปอร์มาร์เก็ต จะเกิดแถวคอยบางช่วงเวลา เช่น ช่วงเวลาเย็นในวันธรรมดาและกลางวันสำหรับในวันเสาร์-อาทิตย์ เนื่องจากในช่วงเวลาดังกล่าวอัตราการเข้ารับบริการจะสูงกว่าอัตราการให้บริการ แถวคอยจึงเกิดขึ้นเนื่องจากความไม่แน่นอนของการเข้ารับบริการ นอกจากนี้ ยังขึ้นกับอัตราการให้บริการของพนักงานผู้ให้บริการ หรือความชำนาญงานของผู้ให้บริการ หรืออาจกล่าวได้ว่า แถวคอยเกิดขึ้นจากการที่ความต้องการที่จะรับบริการสูงกว่าความสามารถในการให้บริการของหน่วยงานนั้นๆ (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2544)

### 2.1.1 รูปแบบของระบบแถวคอย

การพิจารณาลักษณะพื้นฐานของระบบแถวคอย จะเป็นจุดเริ่มต้นของการศึกษาเกี่ยวกับการนำตัวแบบแถวคอยมาใช้ในการวิเคราะห์การดำเนินงานของระบบ ประกอบไปด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน ดังแสดงในภาพที่ 2.1

1. ลูกค้าหรือผู้มารับบริการ (Customers)
2. แถวคอยหรือคิว (Queue หรือ Waiting Line)
3. หน่วยให้บริการ (Service Facility หรือ Server)



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างพื้นฐานของระบบ

2.1.1.1 <u>ลูกค้าหรือผู้รับบริการ (Customers)</u>

ลักษณะที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับลูกค้า คือ จำนวนประชากรและลักษณะที่ลูกค้าเข้ามารับบริการ ซึ่งผู้มารับบริการที่เข้าสู่ระบบจะมีลักษณะที่แตกต่างกัน ซึ่งผู้วิจัยสามารถพิจารณาได้ ดังนี้

1. จำนวนประชากร (Population) คือ ผู้ที่มีโอกาสจะเข้ามาใช้บริการในระบบแถวคอย ซึ่งระบบแถวคอยบางระบบจะมีผู้ที่สามารถเข้ามาในระบบได้เป็นจำนวนมาก เช่น ธนาคาร โรงพยาบาล เป็นต้น กรณีนี้เรียกว่าจำนวนประชากรแบบไม่จำกัด (Infinite) กล่าวได้ว่าทุกคนมีสิทธิ์ในการเข้ารับบริการ แต่บางกรณีระบบแถวคอยจะมีการกำหนดขอบเขตหรือคุณสมบัติของประชากรที่มีโอกาสเข้าสู่ระบบหรือเข้ามาใช้บริการ ทำให้มีผู้ใช้บริการได้เพียง 10-20 รายเท่านั้น เรียกว่า จำนวนประชากรแบบจำกัด (Finite) เช่น จำนวนเครื่องจักรของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรงงานที่ต้องซ่อมมีจำนวน 10 เครื่อง เป็นต้น ซึ่งในการวิเคราะห์ระบบแถวคอย ต้องสามารถระบุถึงจำนวนประชากรในระบบนั้นๆ ได้ว่ามีลักษณะแบบจำกัดหรือไม่จำกัด

2. ลักษณะการเข้ามารับบริการ (Arrival Characteristic) เมื่อกลุ่มประชากรมีความต้องการใช้บริการก็จะเข้ามาสู่ระบบ จึงต้องพิจารณาลักษณะการเข้ามารับบริการ ซึ่งอาจจะเป็นแบบใดแบบหนึ่ง ดังนี้

2.1 การเข้ามารับบริการแบบคงที่ (Constant) คือ ลูกค้าเข้ามารับบริการในจำนวนเท่าๆ กัน หรือในอัตราที่สม่ำเสมอในแต่ละช่วงเวลา เช่น วันละ 250 คน หรือ 10 คนทุกๆ ชั่วโมง หรือลูกค้าเข้ามาในระบบทุกๆ 6 นาที เป็นต้น ลักษณะเช่นนี้มักจะพบได้จากการผลิตในระบบสายการผลิตแบบอัตโนมัติของโรงงานอุตสาหกรรม

2.2 การเข้ามารับบริการแบบสุ่ม (Random) คือ ลูกค้าที่เข้ามารับบริการ มีลักษณะที่ไม่แน่นอน และไม่สม่ำเสมอ ไม่สามารถทราบล่วงหน้า และการเข้ามารับบริการของลูกค้าแต่ละรายจะมีความเป็นอิสระต่อกัน เช่น ผู้ป่วยที่มาโรงพยาบาล หรือผู้ใช้บริการธนาคาร เป็นต้น

ในการเก็บข้อมูลการเข้ามารับบริการของลูกค้าทำได้ 3 ลักษณะ คือ

1. อัตราการเข้ารับบริการ (Arrival Rate) คือ ลูกค้าเข้ามารับบริการโดยเฉลี่ยกี่คนในหนึ่งหน่วยเวลา เช่น รถยนต์เข้ามาเพื่อเติมน้ำมัน 10 คันต่อชั่วโมง

2. เวลาระหว่างการเข้ารับบริการ (Arrival Time Interval) คือ ระยะเวลาโดยเฉลี่ยระหว่างลูกค้าแต่ละคน เช่น รถยนต์แต่ละคันมาห่างกัน 6 นาที

3. พฤติกรรมของลูกค้าหรือผู้มารับบริการ (Behavior) เนื่องจากประชากรที่เข้ามารับบริการแต่ละคนมีพฤติกรรมและทัศนคติที่แตกต่างกันออกไป

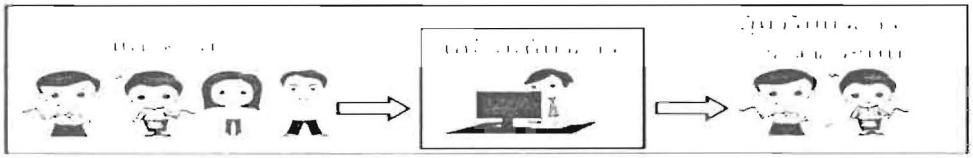
2.1.1.2 <u>แถวคอยหรือคิว (Queue หรือ Waiting Line)</u>

ลักษณะสำคัญที่เกี่ยวข้องกับแถวคอย คือ ความยาวของแถวคอย ได้แก่ ความสามารถในการรองรับลูกค้าของระบบ แถวคอยที่เกิดขึ้นจะเกิดขึ้นเมื่อลูกค้าที่เข้ามารับบริการมีมากกว่าความสามารถในการให้บริการ จึงทำให้เกิดการรอคอย และถ้าพื้นที่ในระบบแถวคอยมีจำนวนน้อยหรือจำนวนจำกัดก็จะทำให้ลูกค้าที่รออยู่ในระบบแถวคอยมีจำนวนน้อยหรือจำกัดไปด้วย ดังนั้น ลูกค้าบางรายที่ต้องการเข้ารับบริการอาจจะไม่สามารถเข้ามาในระบบได้ เช่น ร้านทำผม และร้านอาหาร เป็นต้น

รูปแบบการจัดระบบแถวคอย ผู้ให้บริการจะเป็นผู้กำหนดหรือจัดรูปแบบการให้บริการ ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายรูปแบบตามลักษณะขั้นตอนการให้บริการและจำนวนหน่วยให้บริการ 4 รูปแบบ ดังนี้

1. ระบบแถวคอยแบบช่องทางเดียว - ขั้นตอนเดียว (Single Channel-Single Phase System) คือ ระบบแถวคอยที่มีหน่วยให้บริการหน่วยเดียวและมีขั้นตอนเดียว เมื่อลูกค้ารับบริการเสร็จแล้วก็จะออกจากระบบไป เช่น ตู้กดเงินสดอัตโนมัติ (ATM) ดังแสดงในภาพที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



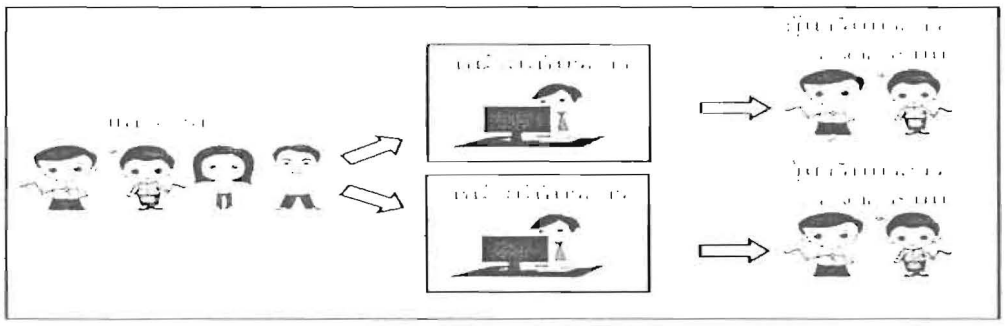
ภาพที่ 2.2 ระบบแถวคอยแบบช่องทางเดียว - ขั้นตอนเดียว

2. ระบบแถวคอยแบบช่องทางเดียว - หลายขั้นตอน (Single Channel-Multiple Phases System) คือ ระบบแถวคอยที่มีขั้นตอนการให้บริการหลายขั้นตอน มีแถวคอยเดียวในแต่ละขั้นตอน และมีหน่วยให้บริการหน่วยเดียว ซึ่งในระบบนี้ ลูกค้าจะต้องรับบริการจากหลายหน่วยให้บริการ เช่น แคชเชียร์ในห้างสรรพสินค้าที่มีช่องทางเดียว การรับสมัครสอบ หรือในโรงพยาบาล ผู้ป่วยจะต้องเข้าแถวพบแพทย์ จากนั้นผู้ป่วยจะนำใบสั่งยาไปเข้าแถวเพื่อรอชำระเงิน และรอรับยาในขั้นตอนสุดท้าย และออกจากระบบไป กล่าวโดยรวมว่า เมื่อผู้มารับบริการได้รับบริการจากจุดหนึ่งแล้วต้องไปรับบริการจุดอื่นต่อไปจนกว่าจะเสร็จ ดังแสดงในภาพที่ 2.3

ภาพที่ 2.3 ระบบแถวคอยแบบช่องทางเดียว - หลายขั้นตอน

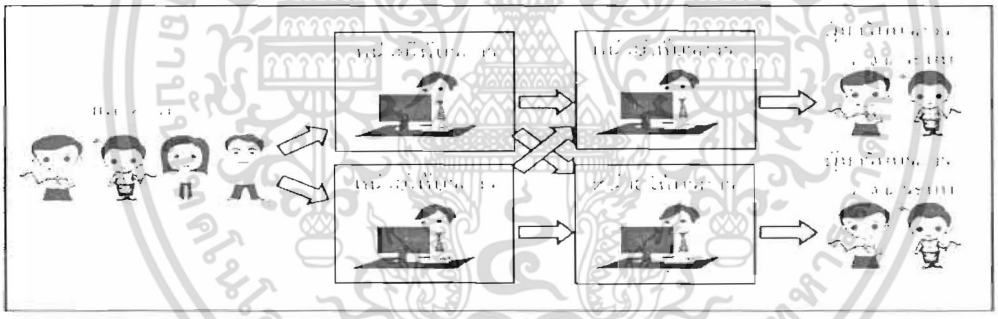
3. ระบบแถวคอยแบบหลายช่องทาง - ขั้นตอนเดียว (Multiple Channels-Single Phase System) คือ ระบบแถวคอยที่มีการให้บริการเพียงขั้นตอนเดียว แต่มีหน่วยให้บริการหลายหน่วย โดยแต่ละหน่วยทำหน้าที่อย่างเดียวกัน โดยระบบแถวคอยนี้ลูกค้าจากแถวคอยจะไปใช้บริการจากหน่วยที่ว่าง เช่น จุดจ่ายยาในโรงพยาบาล ช่องรับชำระเงินในโรงพยาบาล เป็นต้น ดังแสดงในภาพที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.4 ระบบแถวคอยแบบหลายช่องทาง – ขั้นตอนเดียว

4. ระบบแถวคอยแบบหลายช่องทาง - หลายขั้นตอน (Multiple Channels-Multiple Phases System) คือ ระบบแถวคอยที่มีขั้นตอนการให้บริการหลายขั้นตอนและแต่ละขั้นตอนมีหน่วยให้บริการหลายหน่วย ระบบนี้ลูกค้าจะต้องผ่านขั้นตอนในการให้บริการหลายขั้นตอน เช่น แคชเชียร์ในห้างสรรพสินค้า เคาน์เตอร์บริการของธนาคาร ดังแสดงในภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 ระบบแถวคอยแบบหลายช่องทาง - หลายขั้นตอน

2.1.1.3 หน่วยให้บริการ (Service Facility หรือ Server)

First Come, First Serve (FCFS) หมายถึง มาก่อนได้รับบริการก่อน เป็นหลักเกณฑ์ที่ลูกค้าที่เข้าสู่ระบบแถวคอยก่อน จะได้รับบริการก่อน ซึ่งเป็นหลักเกณฑ์ที่ใช้กันโดยทั่วไป เช่น การเข้าแถวเพื่อซื้อบัตรโดยสารรถไฟ การเข้าแถวเพื่อเติมน้ำมันรถยนต์ในปั๊มน้ำมัน

Last Come, First Serve (LCFS) หมายถึง มาทีหลังได้รับบริการก่อน เป็นหลักเกณฑ์ที่ลูกค้าคนที่เข้าสู่ระบบแถวคอยหลัง จะได้รับบริการก่อน เช่น ในคลังสินค้า สินค้าที่ถูกขนเข้าคลังก่อนจะถูกจัดเรียงซ้อนๆ กัน เวลานำออกมาใช้ สินค้าที่ถูกขนเข้าทีหลังจะถูกนำมาใช้ก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Service in Random Order (SIRO) หมายถึง ใช้การสุ่มในการให้บริการ เป็นหลักเกณฑ์ที่ลูกค้าในระบบจะได้รับบริการอย่างสุ่ม เช่น การแจกใบปลิว หรือการแจกสินค้าตัวอย่าง

Priority (PRI) หมายถึง การให้บริการแบบให้อภิสิทธิ์ เป็นหลักเกณฑ์ในการให้บริการลูกค้าโดยให้ความสำคัญของลูกค้าไม่เท่ากัน เป็นการจัดลูกค้าตามลำดับความสำคัญ เช่น ลูกค้าประจำจะได้รับบริการก่อน ผู้ป่วยฉุกเฉินในโรงพยาบาลจะได้รับบริการก่อนผู้ป่วยสามัญ

2.1.2 การเก็บข้อมูลในระบบแถวคอย

ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณหาเวลารอคอยจะแบ่งเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

2.1.2.1 ข้อมูลการเข้ารับบริการของลูกค้า

เมื่อพิจารณาลักษณะพื้นฐานของระบบแถวคอย ขั้นตอนต่อไปคือ การเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อมูลที่สำคัญ ได้แก่ การเข้ามารับบริการ และข้อมูลการให้บริการ ซึ่งอาจจะเป็นแบบคงที่ หรือแบบสุ่ม ในกรณีที่เป็นแบบคงที่ การเก็บข้อมูลจะไม่เสียเวลามาก เนื่องจากมีความสม่ำเสมอหรือมีความแน่นอน แต่ถ้าลักษณะการเข้ามารับบริการ หรือลักษณะการให้บริการ เป็นแบบสุ่มที่มีความไม่แน่นอน มากน้อยต่างกันไปแต่ละช่วงเวลา หรือ ลูกค้าแต่ละคน งานวิจัยนี้จึงต้องใช้ค่าเฉลี่ยและค่าการแจกแจงความน่าจะเป็น

การเข้ารับบริการของลูกค้าแบ่งเป็น 2 ลักษณะดังนี้

1. ระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างการเข้ารับบริการ (Average Interval Time) คือ เวลาที่ลูกค้าแต่ละคนเข้ามารับบริการห่างกันโดยเฉลี่ย เช่น การเก็บข้อมูลลูกค้าจำนวน 30 คน ในช่วงเวลา 5 ชั่วโมง (หรือ 300 นาที) ดังนั้น ระยะเวลาที่ลูกค้าจำนวน 30 คน มาห่างกันโดยเฉลี่ย คือ 300/30 หรือเท่ากับ 10 นาที/คน

2. อัตราการเข้ารับบริการ (Arrival Rate) คือ จำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการโดยเฉลี่ยกี่คนในหนึ่งหน่วยเวลา ทั้งนี้ ต้องกำหนดหน่วยเวลาที่จะเก็บข้อมูล เช่น วัน ชั่วโมง หรือ นาที เช่น รถยนต์เข้ามาเพื่อเติมน้ำมัน 10 คันต่อชั่วโมง โดยต้องเก็บข้อมูลลูกค้าที่มาถึงระบบบริการในแต่ละหน่วยเวลาให้มากพอเพื่อจะใช้หาหาค่าเฉลี่ยซึ่งเป็นตัวแทนที่ดีของจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการ

2.1.2.2 ข้อมูลการให้บริการ

การให้บริการแบ่งเป็น 2 ลักษณะดังนี้

1. เวลาในการให้บริการ (Service Time) คือ เวลาที่ใช้ในการให้บริการลูกค้าแต่ละรายเฉลี่ย เช่น ลูกค้า 200 คน ใช้เวลารวม 800 นาที ดังนั้น เวลาในการให้บริการลูกค้าแต่ละคนเฉลี่ยเท่ากับ 800/200 หรือเท่ากับ 4 นาที/คน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. อัตราการให้บริการ (Service Rate) คือ ข้อมูลจำนวนลูกค้าที่ให้บริการเฉลี่ยในหนึ่งหน่วยเวลา เช่น วินาที หรือนาที เป็นต้น และบันทึกจำนวนลูกค้าที่ให้บริการได้ในแต่ละหน่วยเวลา เช่น ในเวลา 3 ชั่วโมง บริการได้ 30 คน ดังนั้น อัตราการให้บริการเฉลี่ยเท่ากับ 10 คนต่อชั่วโมง เป็นต้น

### 2.1.3 ตัวแบบแถวคอย

ปัจจุบันได้มีผู้พัฒนาตัวแบบแถวคอยขึ้นมาใช้หลายตัวแบบ การเลือกใช้ตัวแบบเพื่อวิเคราะห์และตัดสินใจจำเป็นต้องสอดคล้องและเหมาะสมกับลักษณะด้านต่างๆ ของระบบแถวคอยนั้นๆ ได้แก่

1. ลักษณะของลูกค้า
   - ขนาดของประชากร
   - ลักษณะการเข้ามารับบริการ และการแจกแจงความน่าจะเป็น
2. ลักษณะของแถวคอย
   - ความยาวของแถวคอย
   - รูปแบบการจัดระบบแถวคอย
3. ลักษณะของหน่วยให้บริการ
   - ระเบียบการให้บริการ
   - ลักษณะการให้บริการ และการแจกแจงความน่าจะเป็น

การเลือกใช้ตัวแบบแถวคอยเพื่อวิเคราะห์และตัดสินใจ จำเป็นต้องสอดคล้องและเหมาะสมกับระบบแถวคอยที่เกิดขึ้น ซึ่งรูปแบบแถวคอยที่แตกต่างกันก็จะใช้ตัวแบบที่แตกต่างกันด้วย ดังนั้น เพื่อให้สะดวกในการเข้าใจตรงกันว่าแต่ละตัวแบบควรใช้กับแถวคอยรูปแบบใด นักคณิตศาสตร์ชาวอังกฤษชื่อ ดี. จี. เคนดอล (D.G. Kendall) จึงได้ออกแบบแสดงโครงสร้างระบบแถวคอยด้วยสัญลักษณ์ที่เรียกว่า เคนดอลโนเตชัน (Kendall's Notation) โดยใช้ตัวอักษร ตัวเลข และสัญลักษณ์ต่างๆ ดังนี้ A/B/C/K/N/D ซึ่งสัญลักษณ์ดังกล่าวนิยมนำมาเขียนแทนแบบจำลอง ในแต่ละตัวอักษรแสดงโครงสร้างแถวคอยที่มีความหมายแตกต่างกัน ดังนี้

A แสดงการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะห่างในการเข้ามาของลูกค้าแต่ละรายที่ต่อเนื่องกัน หรือ การแจกแจงความน่าจะเป็นของการเข้ามารับบริการ (จำนวนผู้เข้ามารับบริการต่อหนึ่งหน่วยเวลา)

B แสดงการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการโดยใช้อักษรต่างๆ แสดงการแจกแจงความน่าจะเป็นของข้อมูลทั้งสองได้ดังนี้

M หมายถึง การแจกแจงความน่าจะเป็นของการเข้ารับบริการเป็นปัวส์ซอง หรือการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการเป็นเอ็กซ์โพเนนเชียล

D หมายถึง อัตราการเข้ารับบริการคงที่และเวลาในการให้บริการคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

G หมายถึง การเข้ารับบริการหรือเวลาในการให้บริการมีการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบทั่วไป (General Distribution)

C แสดงจำนวนหน่วยให้บริการ (Channel) หรือจำนวนหน่วยบริการ (Service Chanel) โดยใช้ตัวเลขแสดงจำนวนหน่วยให้บริการ

K แสดงความยาวของแถวคอย

N แสดงจำนวนประชากร ซึ่งจะใช้เครื่องหมาย ∞ แทนในตำแหน่ง K, N ในกรณีที่ไม่จำกัดจำนวนของแถวคอยและประชากรมีจำนวนมาก

D แสดงระเบียบการให้บริการ จะใช้ตัวอักษรแสดงระเบียบการให้บริการต่าง ๆ ดังนี้

| | |
|---|---|
| FCFS (First Come, First Served) | หมายถึง มาก่อนให้บริการก่อน |
| LCFS (Last Come, First Served) | หมายถึง มาทีหลังให้บริการก่อน |
| SIRO (Service in Random Order) | หมายถึง ใช้การสุ่มในการให้บริการ |
| PRI (Priority in Selection) | หมายถึง ให้บริการตามความจำเป็นของลูกค้า |

2.1.3.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในตัวแบบแถวคอย

$\lambda$ = อัตราการเข้ารับบริการของลูกค้าโดยเฉลี่ย (จำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยที่เข้ามารับบริการในหนึ่งหน่วยเวลา)

$\mu$ = อัตราการให้บริการของหน่วยให้บริการโดยเฉลี่ย (จำนวนลูกค้าโดยเฉลี่ยที่หน่วยให้บริการแต่ละหน่วยให้บริการได้ในหนึ่งหน่วยเวลา)

$\rho$ = ความน่าจะเป็นที่ระบบจะทำงาน

$1/\mu$ = เวลาโดยเฉลี่ยที่ใช้ในการให้บริการลูกค้า 1 ราย

$P_0$ = ความน่าจะเป็นหรือโอกาสที่จะไม่มีลูกค้าในระบบเลย ซึ่งหมายถึงผู้ให้บริการจะว่างหรือระบบจะว่าง

Ls = จำนวนลูกค้าที่อยู่ในระบบแถวคอยโดยเฉลี่ยต่อ 1 หน่วยเวลา คือ จำนวนลูกค้าที่เข้าคิวรอในแถวคอย + จำนวนลูกค้าที่กำลังได้รับบริการ

Lq = จำนวนลูกค้าที่อยู่ในระบบแถวคอยโดยเฉลี่ยต่อ 1 หน่วยเวลา หรือ ความยาวของแถวคอย

Ws = เวลาโดยเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนต้องอยู่ในระบบ คือ เวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าต้องคอยในแถวคอยก่อนที่จะได้รับบริการ

Wq = เวลาโดยเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนต้องอยู่ในแถวคอยคือ เวลาเฉลี่ยที่ต้องคอยในแถวคอยก่อนที่จะได้รับบริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$P_n$ = ความน่าจะเป็นหรือโอกาสที่จะมีลูกค้า n คน ในระบบ

โดย ค่า $\lambda$ และ $\mu$ ที่ใช้ในการคำนวณจะต้องเป็นข้อมูลในหน่วยเวลาเดียวกัน เช่น อัตราการเข้ารับบริการเป็นจำนวนลูกค้าต่อชั่วโมง อัตราการให้บริการต้องเป็นจำนวนลูกค้าต่อชั่วโมงด้วย .

2.1.4 การวิเคราะห์ระบบแถวคอย

แบบจำลองถูกสร้างขึ้นเพื่อพยายามเลียนแบบสถานการณ์การทำงานจริงของระบบที่ศึกษา โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพการให้บริการและคุณภาพการได้รับบริการของลูกค้า โดยการวัดคุณสมบัติของแบบจำลองที่ถูกสร้างขึ้น คุณสมบัติของแบบจำลอง (Operating Characteristics) ที่นิยมวัดกันมากที่สุดประกอบด้วย

Ls จำนวนลูกค้าที่อยู่ในระบบแถวคอยโดยเฉลี่ยต่อ 1 หน่วยเวลา คือ จำนวนลูกค้าที่เข้าคิวรอในแถวคอย + จำนวนลูกค้าที่กำลังได้รับบริการ

Lq จำนวนลูกค้าที่อยู่ในระบบแถวคอยโดยเฉลี่ยต่อ 1 หน่วยเวลา หรือ ความยาวของแถวคอย

Ws เวลาโดยเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนต้องอยู่ในระบบ คือ เวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าต้องคอยในแถวคอยก่อนที่จะได้รับบริการ

Wq เวลาโดยเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนต้องอยู่ในแถวคอย คือ เวลาเฉลี่ยที่ต้องคอยในแถวคอยก่อนที่จะได้รับบริการ

$P_0$ ความน่าจะเป็นหรือโอกาสที่จะไม่มีลูกค้าในระบบเลย ซึ่งหมายถึงผู้ให้บริการจะว่างหรือระบบจะว่าง

โดยทั่วไป วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อให้ทราบคุณสมบัติต่างๆ เหล่านี้ของแถวคอย ได้แก่ การวิเคราะห์เชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Analysis) วิธีนี้เป็นการใช้สูตรทางคณิตศาสตร์เพื่อคำนวณหาค่าคุณสมบัติต่างๆ ของระบบแถวคอย ภายใต้โครงสร้างระบบแถวคอยที่ออกแบบโดย D.G. Kendall ที่เรียกว่า Kendall's Notation ซึ่งตัวแบบแถวคอยที่นิยมใช้ด้วยวิธีทางคณิตศาสตร์โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 5 แบบ ดังนี้

1. ตัวแบบ M/M/1

ระบบแถวคอยที่ใช้ตัวแบบ M/M/1 จะมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. อัตราการเข้ารับบริการเป็นแบบสุ่มและมีการแจกแจงแบบปัวส์ซอง
2. เวลาในการให้บริการเป็นแบบสุ่ม มีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล
3. ไม่จำกัดความยาวของแถวคอย
4. จำนวนประชากรมากราย แบบไม่จำกัดจำนวน
5. ระเบียบการให้บริการแบบมาก่อนได้รับบริการก่อน (FCFS)
6. เป็นการให้บริการแบบช่องทางเดียว ขั้นตอนเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมติฐานของตัวแบบแถวคอย M/M/1 ได้แก่ อัตราการเข้ารับบริการน้อยกว่าอัตราการให้บริการ หรือ $\lambda < \mu$

2. ตัวแบบ M/M/c หรือ M/M/s

ระบบแถวคอยที่ใช้ตัวแบบ M/M/s จะมีลักษณะเหมือนตัวแบบ M/M/1 แทบทุกประการ เว้นแต่เหมาะสำหรับใช้กับระบบแถวคอยที่มีขั้นตอนเดียวแต่หลายช่องบริการ ซึ่ง s คือจำนวนช่องบริการ สรุปลักษณะที่ใช้ตัวแบบ M/M/s ดังนี้

1. อัตราการเข้ารับบริการเป็นแบบสุ่มและมีการแจกแจงแบบปัวส์ซอง
2. เวลาในการให้บริการเป็นแบบสุ่ม มีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล
3. ไม่จำกัดความยาวของแถวคอย
4. จำนวนประชากรมีจำนวนมากราย
5. ระเบียบการให้บริการเป็นแบบ มาก่อนได้รับบริการก่อน (FCFS)
6. เป็นการให้บริการแบบหลายช่องทาง ขั้นตอนเดียว

สมมติฐานของตัวแบบแถวคอย M/M/c หรือ M/M/s ได้แก่ อัตราการเข้ารับบริการน้อยกว่าผลคูณของจำนวนช่องทางให้บริการกับอัตราการให้บริการ หรือ $\lambda < s\mu$

3. ตัวแบบ M/G/1

ในกรณีที่การให้บริการเป็นแบบสุ่มแต่การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาให้บริการไม่ใช่แบบเอ็กซ์โพเนนเชียล เช่น เป็นการแจกแจงความน่าจะเป็นปกติ หรือไม่อาจจำแนกได้ว่าเป็นการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบใด (Undefined) เรียกว่า เป็นการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบทั่วไป (General Distribution) ทำให้ไม่สามารถใช้ตัวแบบ 2 ตัวแบบที่ได้กล่าวมาแล้วได้ ต้องใช้ตัวแบบ ที่แตกต่างออกไป กรณีที่มีช่องทางบริการแบบช่องทางเดียว คือ ตัวแบบ M/G/1 ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับตัวแบบ M/M/1 มาก ต่างกันเฉพาะการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการให้บริการเท่านั้น หรือสรุปได้ว่าตัวแบบ M/G/1 จะใช้สำหรับการวิเคราะห์ระบบแถวคอยที่มีลักษณะ ดังต่อไปนี้

1. อัตราการเข้ารับบริการเป็นแบบสุ่ม มีการแจกแจงแบบปัวส์ซอง
2. เวลาในการให้บริการเป็นแบบสุ่ม มีการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบทั่วไป
3. เป็นการให้บริการแบบช่องทางเดียว และขั้นตอนเดียว
4. ไม่จำกัดความยาวของแถวคอย
5. ประชากรมีจำนวนมากราย
6. ระเบียบการให้บริการเป็นแบบ มาก่อนได้รับบริการก่อน (FCFS)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมติฐานของตัวแบบ M/G/1 เหมือนกับสมมุติฐานของตัวแบบ M/M/1 ได้แก่ อัตราการเข้ารับบริการน้อยกว่าอัตราการให้บริการ หรือ $\lambda < \mu$

4. ตัวแบบ M/D/1

ตัวแบบ M/D/1 เหมาะกับระบบแถวคอยที่มีเวลาในการให้บริการคงที่ ไม่ว่าลูกค้าจะเป็นใครหรือมาเวลาใด จะใช้เวลาในการให้บริการเท่ากันหมด ส่วนลักษณะอื่น ๆ จะเหมือนกับตัวแบบ M/M/1 และ M/G/1 สรุปลักษณะของระบบบริการที่จะใช้ตัวแบบ M/D/1 ต้องมีลักษณะ ดังนี้

1. อัตราการเข้ารับบริการเป็นแบบสุ่ม มีการแจกแจงแบบปัวส์ซอง
2. เวลาในการให้บริการเป็นแบบสม่ำเสมอ หรือคงที่
3. เป็นการให้บริการแบบช่องทางเดียว และขั้นตอนเดียว
4. ไม่จำกัดความยาวของแถวคอย
5. ประชากรมีจำนวนมากราย
6. ระเบียบการให้บริการเป็นแบบ มาก่อนได้รับบริการก่อน (FCFS)

สมมติฐานของตัวแบบ M/D/1 คือ อัตราการเข้ารับบริการน้อยกว่าอัตราการให้บริการ หรือ $\lambda < \mu$

5. ตัวแบบ M/M/1 กับประชากรที่มีสมาชิกจำกัด หรือ M/M/1/∞/N/FCFS

ตัวแบบนี้เหมาะสมกับระบบแถวคอยขนาดเล็กที่ประชากรคือผู้ที่จะเข้ามาใช้บริการมีน้อยราย ซึ่งไม่มีการระบุตัวเลขชัดเจนว่าประชากรมีจำนวนไม่เกินเท่าใด จึงจะถือว่าน้อยหรือจำกัด แต่อาจจะใช้หลักง่ายๆ ว่า ถ้าจำนวนลูกค้าที่อยู่ในแถวคอยมีสัดส่วนที่สูงเมื่อเทียบกับขนาดของประชากร ก็จะใช้ตัวแบบที่เป็น Finite (Limited Population) แต่ก็มีผู้กำหนดลงไปว่าถ้าประชากรมีไม่เกิน 25 คน ถือเป็นประชากรจำกัด ตัวแบบนี้มีสมมติฐานคือ อัตราการเข้ารับบริการต้องน้อยกว่าอัตราการให้บริการ ($\lambda < \mu$) ลักษณะของระบบแถวคอยที่เหมาะสมกับตัวแบบดังกล่าว คือ

1. อัตราการเข้ารับบริการเป็นแบบสุ่ม มีการแจกแจงแบบปัวส์ซอง
2. เวลาในการให้บริการเป็นแบบสุ่ม มีการแจกแจงเอ็กซ์โพเนนเชียล
3. เป็นการให้บริการแบบช่องทางเดียว และขั้นตอนเดียว
4. ไม่จำกัดความยาวของแถวคอย
5. ประชากรมีจำนวนจำกัดหรือน้อยราย
6. ระเบียบการให้บริการเป็นแบบ มาก่อนได้รับบริการก่อน (FCFS)

การวิเคราะห์ระบบแถวคอยโดยใช้ตัวแบบต่างๆ ทำให้เราทราบสถานการณ์โดยรวมของระบบว่า มีการให้บริการเป็นอย่างไร ลูกค้าเสียเวลาในแถวคอยและในระบบนานเท่าไร มีจำนวนลูกค้าอยู่ในแถวคอยและอยู่ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบมากน้อยเพียงไร ระบบมีอัตราการทำงานมากน้อยเพียงไร มีค่าใช้จ่ายรวมของระบบเป็นเท่าไร ซึ่งจะสะท้อนถึงความพึงพอใจของลูกค้า รวมถึงประสิทธิภาพและความสามารถในการแข่งขันของระบบการบริการ ผู้บริการสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ไปใช้ในการตัดสินใจลักษณะต่างๆ เช่น ควรจะเพิ่มจำนวนหน่วยให้บริการหรือไม่ จำนวนหน่วยให้บริการที่เหมาะสมควรเป็นเท่าไร ควรเลือกหน่วยให้บริการแบบใด ควรกำหนดเวลามาตรฐานในการให้บริการลูกค้าหรือไม่อย่างไร โดยมีหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับเป้าหมายในการตัดสินใจ นโยบายขององค์การ และสถานการณ์แวดล้อมอื่นๆ

การจัดรูปแบบแถวคอยที่ต่างกัน ถึงแม้จะมีจำนวนช่องทางบริการเท่ากัน แต่จะส่งผลถึงประสิทธิภาพในการให้บริการลูกค้าต่างกัน รวมทั้งก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายที่แตกต่างกันด้วย ดังนั้น ในการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบแถวคอย จึงควรพิจารณาว่า สามารถจัดรูปแบบของระบบที่ใช้อยู่ในปัจจุบันให้เป็นรูปแบบอื่น โดยไม่จำเป็นต้องเพิ่มจำนวนช่องทางบริการได้หรือไม่ เช่น จากที่เคยมีแถวคอยหลายแถว เปลี่ยนเป็นแถวเดียว หรือแยกลูกค้าที่ใช้บริการเหมือนกันออกไป เช่น ลูกค้าที่ซื้อของไม่เกิน 10 รายการ ให้ชำระเงินที่พนักงานรับจ่ายเงินสดคนที่ 1 หรือพนักงานธนาคารเคาน์เตอร์ที่ 1 ให้บริการเฉพาะการชำระเงินค่าสาธารณูปโภคและชำระบัตรเครดิตเท่านั้น

ตัวแบบแถวคอย เป็นตัวแบบที่ใกล้ตัวเรามาก เนื่องจากพบได้อยู่เสมอในชีวิตประจำวัน ในฐานะของผู้ใช้บริการในระบบแถวคอยต่างๆ โดยทำการศึกษาในมุมมองของผู้บริหารระบบ ซึ่งต้องการให้บริการลูกค้าอย่างดีที่สุด ในขณะเดียวกันก็ต้องควบคุม ดูแลเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายในการให้บริการลูกค้าด้วย โดยใช้ตัวแบบแถวคอยเพื่อเป็นเครื่องมือวิเคราะห์ระบบการบริการ เพื่อประโยชน์ในการตัดสินใจเรื่องต่างๆ ซึ่งข้อดีของการวิเคราะห์ระบบแถวคอยด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ คือ เป็นวิธีที่สามารถวิเคราะห์ได้รวดเร็ว แต่ก็มีข้อเสียคือ มีความยุ่งยากในการวิเคราะห์ระบบแถวคอยที่มีความซับซ้อนสูง โดยปกติแล้วแถวคอยทุกระบบจะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา กล่าวคือ ในช่วงเวลาเริ่มต้นจะมีช่วงเวลาที่แถวคอยเปลี่ยนแปลงเข้าสู่สภาวะสมดุล การใช้สูตรทางคณิตศาสตร์จะแสดงเฉพาะค่าคุณสมบัติของแถวคอยในช่วงเวลาสมดุลเท่านั้น นอกจากนี้ ในการวิเคราะห์ระบบแถวคอยด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ จะเป็นไปภายใต้สมมติฐานของตัวแบบที่ว่า อัตราการเข้ารับบริการเป็นแบบสุ่ม มีการแจกแจงแบบปัวส์ซองและเวลาในการให้บริการเป็นแบบสุ่ม มีการแจกแจงเอ็กซ์โพเนนเชียล ซึ่งในระบบแถวคอยบางระบบไม่เป็นไปตามเงื่อนไขดังกล่าว การวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้จะไม่สามารถใช้ได้ (สุทธิมา ชำนาญเวช, 2552)

## 2.2 วิธีการจำลองสถานการณ์

วิธีการจำลองสถานการณ์ (Simulation Method) ในองค์การธุรกิจ อุตสาหกรรม งานราชการหรืองานโครงการที่มีขนาดใหญ่และซับซ้อนนั้น มีความจำเป็นอย่างยิ่ง ที่จะต้องลดต้นทุนเพื่อให้เสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด แผนงานและการปฏิบัติต่างๆ ต้องตรงและถูกต้องที่สุดเท่าที่พึงเป็นไปได้ การศึกษาความเหมาะสมของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนก่อนการปฏิบัติจริง จึงนับว่ามีความสำคัญต่อโครงการต่างๆ เป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นเทคนิคที่เราใช้เพื่อศึกษาเบื้องต้นก่อนนำไปปฏิบัติงานจริง ซึ่งทำให้ได้รับผลลัพธ์เร็วและประหยัด การจำลองสถานการณ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อเลียนแบบสถานการณ์จริงของระบบที่ต้องการวิเคราะห์ ซึ่งอาจใช้สมการทางคณิตศาสตร์ การเขียนโปรแกรมโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ หรืออาจใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่ถูกออกแบบมาโดยเฉพาะ วิธีนี้จะทำให้ผู้วิเคราะห์สามารถมองเห็นภาพรวมของระบบและแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข โดยผู้วิเคราะห์สามารถออกแบบทางเลือกของการจัดระบบแถวคอย แล้วทดสอบทางเลือกนั้นได้โดยใช้แบบจำลองเช่นกัน ข้อดีของวิธีการวิเคราะห์แถวคอยด้วยการสร้างแบบจำลองสถานการณ์คือ สามารถวิเคราะห์ระบบแถวคอยที่มีความซับซ้อนสูงได้ดี ซึ่งเป็นระบบที่มักพบในสถานการณ์จริง เช่น อุตสาหกรรมในโรงงาน การขนส่ง การกระจายสินค้าหรือแม้กระทั่งการให้การบริการทางธุรกิจต่างๆ เช่น ธนาคาร โรงพยาบาล เป็นต้น วิธีการที่อาศัยการจำลองระบบเป็นพื้นฐาน เรียกวิธีการนั้นว่า การจำลองสถานการณ์ (Simulation) การจำลองแบบจะเริ่มจากการศึกษาลักษณะเด่นของระบบ แล้วนำมาสรุป พร้อมทั้งวัดค่า ทำเป็นรายละเอียดประกอบ พร้อมทั้งวิธีปฏิบัติต่างๆ เรียกว่าการจำลองระบบ ซึ่งไม่จำเป็นต้องเป็นสิ่งที่ถอดแบบระบบออกมาทั้งหมด แต่ต้องมีรายละเอียดที่อาจเป็นวัตถุ สัญลักษณ์ สาระสังเขป รวมทั้งวิธีปฏิบัติต่างๆ อย่างครบถ้วน ตัวแบบจะมีลักษณะที่ยืดหยุ่น คือ เราสามารถปรับตัวแบบได้ ผลสนองของตัวแบบต่อข้อมูลนำเข้า ลักษณะต่างๆ จึงใช้เป็นข้อมูลสำหรับศึกษาพฤติกรรมของโครงการหรือระบบได้ กระบวนการทดลองกับตัวแบบ เรียกว่า การจำลองแบบ โดยหลักเบื้องต้นแล้วการจำลองแบบก็คือ การเล่นเกมกับยุทธวิธี หากสามารถหาตัวแบบที่ใช้แทนระบบได้อย่างพอเพียงและยืดหยุ่นได้ดีแล้ว ก็จะเป็นสิ่งที่ใช้ประเมินและเปรียบเทียบยุทธวิธีต่างๆ ได้ ความหมายของคำต่างๆ ที่ใช้ในการศึกษาการจำลองแบบ มีดังนี้

1. ระบบ (System) คือ สิ่งที่ประกอบไปด้วยองค์ประกอบที่ปฏิบัติงานสืบเนื่องกัน เช่น ในโรงพยาบาลประกอบไปด้วย ผู้ป่วยที่มารอรับบริการ เจ้าหน้าที่พยาบาล เครื่องคอมพิวเตอร์ ทั้งนี้ องค์ประกอบทั้งหมดต้องปฏิบัติงานร่วมกัน เพื่อการได้รับบริการที่ถูกต้องรวดเร็ว อันเป็นวัตถุประสงค์ของระบบงานการให้บริการนั่นเอง

2. ระบบย่อย (Subsystem) คือ ส่วนหนึ่งของระบบ อาจเป็นส่วนอิสระต่อกันหรือเชื่อมโยงกันกับส่วนอื่นของระบบก็ได้ เช่น จุดรับบัตรคิว ก็เป็นส่วนหนึ่งของระบบ เราอาจศึกษาเฉพาะจุดนี้โดยอิสระก็ได้ ความจริงแล้วคำว่าระบบ ก็คือ ระบบย่อยของระบบใหญ่อื่นอีกต่อหนึ่ง ดังนั้น อะไรคือระบบ อะไรคือระบบย่อย จึงแล้วแต่ประเด็นที่จะศึกษา และพฤติกรรมของระบบเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจากความสัมพันธ์ภายในระหว่างระบบย่อยด้วยกัน และอาจมีความสัมพันธ์กับระบบและสิ่งแวดล้อมนอกตัวระบบ

3. ตัวแบบ (Model) คือตัวแทนของระบบ สิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งก็คือตัวแบบจะต้องสามารถอธิบายระบบได้ละเอียดมากพอสมควร พฤติกรรมของตัวแบบจะต้องพยากรณ์พฤติกรรมของระบบได้อย่างสมเหตุสมผล ลักษณะของตัวแบบจะต้องสอดคล้องกับลักษณะของระบบที่ตัวแบบไปถ่ายทอดมา แต่ในการจำลองระบบอาจมีบางระบบย่อย ที่เรารู้จักรูปแบบและพฤติกรรมกันมาดีแล้ว หรือเป็นระบบย่อยที่อาศัยวิธี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์เชิงปริมาณหาคำตอบได้โดยตรง ซึ่งเราก็ไม่ต้องทดลองอะไรกับระบบย่อยนั้น แต่ก็ยังจำเป็นต้องมีระบบย่อยนี้อยู่ในตัวแบบ

### 2.2.1 ความหมายของการจำลองสถานการณ์

การจำลองสถานการณ์ (Simulation) คือ กระบวนการทดลองอย่างมีระบบกับตัวแบบ (Model) ซึ่งเราอาจเชื่อว่า อาจเป็นตัวแทนของระบบ โดยแปรเปลี่ยนข้อมูลนำเข้า ค่าพารามิเตอร์ และวิธีการต่างๆ ไปเรื่อยๆ ตามแผนการทดลองที่ได้วางเอาไว้ เพื่อจะได้ทราบพฤติกรรมของระบบได้จากการทดลองกับตัวแบบโดยไม่ต้องทำจริงกับระบบ ซึ่งอาจเสียค่าใช้จ่ายสูงและสร้างความสับสนให้กับคนที่ทำงานในระบบ การจำลองสถานการณ์ เป็นการรวบรวมวิธีการต่างๆ ที่ใช้จำลองสถานการณ์จริงหรือพฤติกรรมของระบบต่างๆ มาไว้บนคอมพิวเตอร์ โดยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วย เพื่อที่จะศึกษาการไหลของงกิจกรรมในรูปแบบต่างๆ โดยมีการเก็บข้อมูล และทำการวิเคราะห์หารูปแบบที่ถูกต้องจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อปรับปรุงในอนาคต (Kelton, 2003) เนื่องจากในการปฏิบัติงานจริงไม่สามารถที่จะทำการทดลองหรือปรับเปลี่ยนกระบวนการทำงานได้จนกว่าจะมองเห็นถึงประโยชน์ที่จะได้รับ อาทิเช่น การขจัดปัญหาที่อยู่นอกเหนือความคาดหมายที่เกิดขึ้น ทำให้กระบวนการผลิตช้าลง ดังนั้น การจำลองสถานการณ์จะช่วยให้สามารถวิเคราะห์สภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบันของระบบ และช่วยกำหนดแนวทางหรือทางเลือกที่เหมาะสม ก่อนนำไปใช้กับสถานการณ์หรือการปฏิบัติงานจริง ซึ่งจะช่วยให้ลดความเสี่ยงในการเกิดความผิดพลาดหรือความล้มเหลวได้ นอกจากนี้ ยังช่วยให้ประหยัดทั้งค่าใช้จ่ายและเวลาได้อีกทางด้วย (Maria, 1997)

ในปัจจุบันนี้การจำลองสถานการณ์เป็นที่นิยมอย่างมาก เนื่องจากระบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จึงทำให้การจำลองสถานการณ์สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้กับหลากหลายอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมในโรงงาน การขนส่ง การกระจายสินค้าหรือแม้กระทั่งการให้การบริการทางธุรกิจต่างๆ เช่น ธนาคาร โรงพยาบาล เป็นต้น (Kelton, 2003) จากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญการจำลองสถานการณ์พบว่าสิ่งสำคัญหรือข้อดีของการจำลองสถานการณ์คือ มีความสมเหตุสมผล และสามารถพิสูจน์ได้ภายใต้ปัจจัยการนำเข้า และนำมาเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ที่ระบบประมวลออกมา

(Kelton, 2003) ได้จำแนกประเภทของสถานการณ์จำลอง (Simulation Classification) ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1) Static และ Dynamics

- Static คือ การเกิดของเหตุการณ์ในระบบการทำงาน ที่คงที่กับเวลาเสมอ
- Dynamic คือ การเปลี่ยนแปลงของเวลาจะมีความสำคัญและมีผลกระทบต่อเหตุการณ์ต่างๆ หรือตัวแปรที่กำลังสนใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) Continuous และ Discrete

- Continuous คือ เป็นการจำลองระบบที่สามารถเปลี่ยนแปลงสถานภาพตลอดเวลาอย่างต่อเนื่อง โดยทั่วไปเมื่อนำมาเขียนสมการทางคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างสถานะของระบบกับเวลาที่ผ่านไป สมการที่ได้จะมีความต่อเนื่องกันโดยตลอด

- Discrete คือ เป็นแบบจำลองสถานการณ์ที่นิยมใช้มากที่สุด เนื่องจากลักษณะของระบบการทำงานจริงส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นระบบไม่ต่อเนื่อง กล่าวคือ ระบบมีการเปลี่ยนแปลงสถานภาพ ณ ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งเท่านั้น ไม่ต่อเนื่องโดยตลอด โดยมีความน่าจะเป็น (Probability) เข้ามาเกี่ยวข้อง เมื่อนำความสัมพันธ์ระหว่างสถานะของระบบเทียบกับเวลามาเขียนเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ จะได้สมการประเภทไม่ต่อเนื่อง

3) Deterministic และ Stochastic

- Deterministic คือ เป็นการจำลองเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทั้งหมดภายใต้กฎเกณฑ์ที่แน่นอนและมีการกำหนดเวลาที่แน่นอน

- Stochastic คือ เป็นระบบซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงสถานภาพเป็นแบบสุ่ม แต่สามารถใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็นเข้ามาวิเคราะห์ ทำให้สามารถคาดเดาสถานภาพที่จะเกิดขึ้นได้ ซึ่งเวลาจะมีผลกระทบมาจากความน่าจะเป็นหรือความแปรปรวนจากการมาของเวลาที่ไม่คงที่

### 2.2.2 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองสถานการณ์

ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองสถานการณ์มี 11 ขั้นตอนดังนี้ (Maria, 1997)

1. กำหนดปัญหา (Problem Formulation) เป็นขั้นตอนที่สำคัญของแบบจำลอง ซึ่งการกำหนดปัญหาจะต้องมีความชัดเจน จะเป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ของการศึกษาระบบ การกำหนดสมมติฐาน การกำหนดขอบเขตข้อจำกัดต่างๆ และวิธีวัดผลของระบบงาน เพื่อเป็นการเตรียมที่จะวิเคราะห์โดยวิธีแบบจำลอง

2. การกำหนดเป้าหมาย (Setting of Objective and Overall Project Plan) เป็นการกำหนดเป้าหมายของปัญหาที่ต้องการจะตรวจสอบ รวมถึงการวางแผนการศึกษาระบบงานที่จะใช้สร้างแบบจำลอง

3. สร้างแบบจำลอง (Model Building) การสร้างแบบจำลองใดๆ นั้นจะเริ่มต้นที่รูปแบบของแบบจำลองที่ง่ายๆก่อนแล้วจึงเพิ่มความซับซ้อนเข้าไปเพื่อพัฒนาแบบจำลองให้เสมือนจริงเพื่อที่จะอธิบายพฤติกรรมของระบบงานตามวัตถุประสงค์ที่ศึกษา ตัวอย่างในการสร้างแบบจำลองระบบการให้บริการของโรงพยาบาล การเริ่มต้นของแบบจำลองประกอบด้วยการเข้ามา (Arrivals) ของแถวคอยและการบริการ หลังจากนั้นจึงค่อยๆ เพิ่มความซับซ้อนของตารางการทำงาน และเพิ่มความสามารถในการให้บริการ และมีการเพิ่มรายละเอียดพิเศษเข้าไป เช่น ต้นทุน ศึกษาเวลาที่ระบบทำงานสมบูรณ์กลายเป็นแบบจำลองที่มีความซับซ้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เก็บรวบรวมข้อมูล (Data Collecting) การเก็บรวบรวมข้อมูลและนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาวิเคราะห์หาข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับแบบจำลองและจัดให้อยู่ในรูปแบบที่นำมาใช้งานกับแบบจำลองได้ เช่น การหาการแจกแจงข้อมูลต่างๆ

5. พิสูจน์แบบจำลอง (Verification) เป็นการตรวจสอบว่าการพัฒนาสร้างระบบทำอย่างถูกต้องหรือไม่

6. การยืนยันความถูกต้อง (Validation) เป็นการตรวจสอบว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมานั้นถูกต้องหรือไม่

จะเห็นว่าทั้งสองคำ Verification และ Validation มีความหมายคล้ายกันแต่ไม่เหมือนกัน ดังนั้น ในการตรวจสอบระบบที่เราทำขึ้นจึงต้องใช้ทั้ง 2 คำคู่กัน จุดมุ่งหมายก็เพื่อค้นหาข้อบกพร่องของระบบ เช่น ระบบที่สร้างขึ้นอาจไม่ตรงตามรูปแบบของระบบจริง และเพื่อประเมินว่าระบบนั้นสามารถใช้งานได้ในสภาพการทำงานจริงหรือไม่

เทคนิคที่ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้อง

- เทคนิค Static Testing และ Dynamic Testing เพื่อตรวจสอบและวิเคราะห์ความถูกต้องของระบบ ความแตกต่างระหว่างเทคนิคทั้งสอง คือ ชนิดข้อมูลที่นำมาทดสอบ

- เทคนิค Static Testing เกี่ยวข้องกับการพิสูจน์และวิเคราะห์เอกสารที่ปรากฏในขณะพัฒนาระบบ เช่น เอกสารความต้องการ แผนภาพการออกแบบ และโปรแกรมต้นฉบับ

- เทคนิค Dynamic Testing หรือการทดสอบข้อบกพร่อง คือ การนำโปรแกรมมาทดลองประมวลผลกับตัวอย่างข้อมูลที่สร้างขึ้น เพื่อแสดงข้อบกพร่องต่างๆ ในระบบ หรือใช้ซอฟต์แวร์ที่เรียกว่า Profiler ประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบ

7. ออกแบบการทดลอง (Experimental Design) คือ การกำหนดเงื่อนไขในการลดเวลาของระบบ เช่น ระบบการให้บริการของโรงพยาบาล ที่มีผู้ให้บริการในจุดให้บริการย่อย 2 คนต่อหนึ่งจุด เราอาจทำการกำหนดเงื่อนไขให้แก่แบบจำลอง โดยการเพิ่มผู้ให้บริการอีกจุดละ 1 คน และลอง Run เพื่อดูผลลัพธ์ที่ได้ว่าเวลาของระบบงานลดลงไปหรือไม่ หากไม่ก็สามารถทำการทดลองกำหนดเงื่อนไขเพิ่มเติมได้

8. การใช้งานและการประมวลผล (Production Runs) เป็นการทดลองแนวทางต่างๆ กับแบบจำลอง โดยการใส่ข้อมูลต่างๆ ตามแนวทางที่กำหนดให้ครบถ้วนแล้วนำผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองมาวิเคราะห์ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหากับระบบงานจริง

9. วิเคราะห์ผล (Analysis of Results) หลังจากทำแบบจำลองสมบูรณ์แล้ว หากผลที่ได้ยังไม่สามารถที่จะนำไปวิเคราะห์ให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องได้ ก็จำเป็นจะต้องทำแบบจำลองเพิ่ม

10. แปลและแสดงผลรายงาน (Document Program และ Report Results) จะเป็นการบันทึกกิจกรรมในการจัดทำแบบจำลอง โครงสร้างแบบจำลอง วิธีการใช้งานและผลที่ได้จากการใช้งาน เพื่อเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่นำแบบจำลองไปใช้ และเพื่อปรับปรุงดัดแปลงแบบจำลองในครั้งต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. การนำไปใช้งาน (Implementation) ผู้บริหารทำการตัดสินใจจากผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลอง แล้วเลือกแนวทางปฏิบัติไปใช้ในระบบงานจริง

### 2.2.3 การกำหนดจำนวนรอบของการจำลองสถานการณ์

ในการจำลองสถานการณ์จำเป็นต้องมีการกำหนดรอบของการรัน (Run) หรือการประมวลผลให้เพียงพอเพื่อลดความแปรปรวนของผลลัพธ์ การหาจำนวนรอบสามารถหาได้ดังนี้

$$R = \left( \frac{t_{\frac{\alpha}{2},\ R_0 - 1} \ S_0}{\varepsilon} \right)^2 \qquad (2.1)$$

โดย R คือ จำนวนรอบในการจำลองสถานการณ์

$t_{\frac{\alpha}{2},\ R_0 - 1}$ คือ ค่าการแจกแจง t ที่ความเชื่อมั่น 1- $\alpha$ และองศาอิสระ

$S_0$ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้จากการจำลองเบื้องต้น

$\varepsilon$ คือ ค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้

หรือใช้การประมาณจำนวนรอบการจำลองสถานการณ์จาก

$$R \cong R_0 \frac{h_0^2}{h^2} \qquad (2.2)$$

โดย $h_0$ คือค่า Half Width จากการกำหนดรอบการจำลองเบื้องต้น $R_0$

h คือค่า Half Width ที่ยอมรับได้

จากสูตรข้างต้นจะเห็นได้ว่า ถ้าต้องการไม่ให้มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นเลย ต้องกำหนดรอบการจำลองที่จำนวนอนันต์ (Infinity) ซึ่งไม่สามารถทำได้ในทางปฏิบัติ ดังนั้น ผู้ทดลองจึงต้องเป็นผู้กำหนดค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้เอง

### 2.2.4 การทดสอบการแจกแจงของข้อมูล

โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการจำลองสถานการณ์ Arena เป็นเครื่องมือสำหรับสร้างแบบจำลองที่ได้รับความนิยมมาก โดยตัวแบบจำลองจะถูกทำการทดสอบทางความคิดในคอมพิวเตอร์ เพื่อศึกษาพฤติกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของระบบ และนำไปสู่แนวทางการวิเคราะห์ปรับปรุงระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ โปรแกรม Arena ยังสามารถสร้างภาพเคลื่อนไหว เสมือนจริงของระบบไว้บนจอคอมพิวเตอร์ได้อีกด้วย เช่น การจำลองระบบการให้บริการของโรงพยาบาล จะปรากฏเป็นภาพเคลื่อนไหวในจุดให้บริการต่างๆ เช่น ผู้ป่วยที่เข้ารับบริการในจุดต่างๆ และยังสามารถแสดงสถานภาพของทรัพยากรได้ด้วย เช่น ว่างงาน หรือ ทำงาน เป็นต้น

2.2.4.1 การทดสอบสมมติฐาน

การทดสอบสมมติฐาน เป็นส่วนหนึ่งของสถิติเชิงอนุมาน (Statistical Inference) ซึ่งเป็นการทดสอบเกี่ยวกับพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่า โดยสุ่มตัวอย่างจากประชากร แล้วอาศัยการแจกแจงของตัวสถิติ สร้างสถิติทดสอบเกี่ยวกับพารามิเตอร์นั้นๆ โดยเป็นการทดสอบเพื่อยืนยันข้อสมมติด้วยวิธีทางสถิติ ซึ่งในการจำลองสถานการณ์ จำเป็นต้องมีการทดสอบสมมติฐานที่ว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถใช้ในการอธิบายระบบการทำงานในปัจจุบันได้ โดยอาจใช้การทดสอบค่าเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์กับค่าเฉลี่ยของระบบการทำงานในปัจจุบัน เมื่อแบบจำลองถูกทดสอบว่ามีความถูกต้องแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือ การพัฒนาระบบให้ดียิ่งขึ้น

สมมติฐาน (Hypothesis) คือ ความเชื่อหรือคำกล่าวอ้างยืนยันเกี่ยวกับลักษณะของประชากร ซึ่งอาจมีเพียงประชากรเดียวหรือหลายประชากรก็ได้ โดยอาจจะเป็นจริงหรือไม่เป็นจริงก็ได้

การทดสอบสมมติฐาน (Test of Hypothesis) คือ การตัดสินใจเกี่ยวกับสมมติฐาน โดยใช้วิธีทางสถิติกับข้อมูลที่ได้มาจากตัวอย่าง แล้วพิจารณาความน่าจะเป็นที่เกิดขึ้น

การตั้งสมมติฐานทางสถิติ มีแนวทางในการตั้งอยู่ 3 ประการ

1. จากแนวคิด หรือทฤษฎี
2. จากประสบการณ์ที่ผ่านมาในอดีต
3. จากข้อกำหนดต่างๆ เช่น ข้อกำหนดของลูกค้า เป็นต้น

สิ่งสำคัญคือ การตั้งสมมติฐานในการทดสอบ โดยในการตั้งสมมติฐานจะต้องตั้งสมมติฐานคู่เสมอ ซึ่งสมมติฐานแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

- สมมติฐานหลัก (Null Hypothesis) แทนด้วยสัญลักษณ์ $H_0$ หมายถึง ข้อสมมติหรือความเชื่อเบื้องต้นว่า สิ่งที่เราสนใจหาคำตอบ ไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลง หรือหากไม่มีเหตุผลหรือหลักฐานเพียงพอ เราจะยอมรับสมมติฐานหลักไว้ก่อน

- สมมติฐานรอง (Alternative Hypothesis) แทนด้วยสัญลักษณ์ $H_1$ หมายถึง ข้อสมมติหรือเป็นทางเลือกที่จะเป็นไปได้ หากสมมติฐานหลักถูกปฏิเสธ ดังนั้นทางเลือกจึงอาจมีมากกว่าหนึ่งทาง ซึ่งแล้วแต่การตัดสินใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความผิดพลาดในการทดสอบสมมติฐาน

การทดสอบสมมติฐานทางสถิติจะมีความผิดพลาดอยู่เสมอ ซึ่งอาจจะเนื่องจากการใช้ข้อมูลตัวอย่างมาสรุปผลการทดสอบ เพื่ออ้างอิงถึงประชากร ทำให้ผลการทดสอบไม่ยอมรับสมมติฐาน $H_0$ ทั้งที่ $H_0$ เป็นจริง หรือผลการทดสอบสรุปว่า ยอมรับ $H_0$ ทั้งที่ $H_0$ ไม่จริง ความผิดพลาดในการทดสอบสมมติฐานแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. ความผิดพลาดประเภทที่ 1 (Type I Error)

เป็นความผิดพลาดที่เกิดขึ้นเนื่องจากการปฏิเสธ $H_0$ เมื่อ $H_0$ เป็นจริง ความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดประเภทนี้เรียกว่า ระดับนัยสำคัญ (Level of Significance) ใช้สัญลักษณ์ $\alpha$

2. ความผิดพลาดประเภทที่ 2 (Type II Error)

เป็นความผิดพลาดที่เกิดขึ้นเนื่องจากการยอมรับ $H_0$ เมื่อ $H_0$ ไม่จริง ความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดประเภทนี้ใช้สัญลักษณ์ $\beta$

**ตารางที่ 2.1** ผลการทดสอบสมมติฐานและความผิดพลาดในการทดสอบ

| สถานการณ์จริง | ผลการทดสอบ | |
|---|---|---|
| | ปฏิเสธ $H_0$ | ไม่ปฏิเสธ $H_0$ |
| $H_0$ เป็นจริง | ความผิดพลาดประเภทที่ 1 $\alpha$ (Type I error) | ผลการทดสอบถูกต้อง |
| $H_0$ ไม่เป็นจริง | ผลการทดสอบถูกต้อง | ความผิดพลาดประเภทที่ 2 $\beta$ (Type II error) |

ประเภทของการทดสอบสมมติฐาน แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การทดสอบสมมติฐานแบบสองทาง (Two-Tailed Test) คือการทดสอบว่าค่าพารามิเตอร์เท่ากับค่าที่กำหนด พิจารณาจากสมมติฐานรอง $H_1$ มีเครื่องหมายไม่เท่ากับ จะเรียกว่า การทดสอบแบบสองทาง อีกประเภทคือ การทดสอบสมมติฐานแบบทางเดียว (One-Tailed Test) คือการทดสอบค่าพารามิเตอร์ว่ามากกว่าหรือน้อยกว่าค่าที่กำหนด ให้พิจารณาจากสมมติฐานรอง $H_1$ มีเครื่องหมายมากกว่า (>) หรือน้อยกว่า (<) จะเรียกว่าการทดสอบแบบทางเดียว

### 2.2.5 การตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง

การยืนยันความถูกต้อง (Validation) คือ การพิสูจน์และตรวจสอบความถูกต้อง รวมไปถึงการนำไปใช้งานได้จริงของแบบจำลองว่า โปรแกรมให้ผลลัพธ์ถูกต้องหรือไม่ โดยการนำผลลัพธ์ไปเปรียบเทียบกับระบบงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จริง เพื่อยืนยันและแสดงหลักฐานประกอบการจำลองสถานการณ์ว่า วิธีทดสอบมีสมรรถนะผ่านเกณฑ์ สามารถใช้ทดสอบและบรรลุวัตถุประสงค์การใช้งานตามที่กำหนดไว้ได้จริง

การพิสูจน์แบบจำลอง (Verification) คือ การตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมว่าโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมานั้นทำงานได้จริงและถูกต้องหรือไม่

### 2.2.6 ข้อดีของแบบจำลองสถานการณ์

ข้อดีของการจำลองสถานการณ์ (Advantages of Simulation) มีดังนี้

1. ตามทฤษฎีแล้ว จัดเป็นแบบจำลองที่ใช้งานได้โดยตรง สามารถใช้คาดการณ์อนาคตได้

2. เป็นแบบจำลองเชิงพรรณนา คือ สามารถบรรยายให้เห็นรูปร่างได้มากกว่าการใช้เป็นเครื่องมือธรรมดา

3. ผู้พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ สามารถใช้แบบจำลองชนิดนี้ในการโต้ตอบกับผู้บริหาร ผู้ใช้ และมีการพูดคุยถึงปัญหาร่วมกันได้อย่างใกล้ชิด

4. สามารถใช้ได้กับปัญหาหลากหลายด้าน เช่น การจำลองระบบปัญหาด้านจราจร การจำลองระบบงานด้านการบริการ การจำลองระบบงานด้านอุตสาหกรรม เป็นต้น

5. สามารถทดลองกับตัวแปรที่มีความแตกต่างกันได้

6. สามารถใช้ได้กับระบบจริงที่มีความซับซ้อน

7. การจำลองสถานการณ์ เป็นทฤษฎีที่มีการใช้งานเพื่อคาดการณ์เหตุการณ์ในอนาคตอย่างตรงไปตรงมา

### 2.2.7 ข้อจำกัดของแบบจำลองสถานการณ์

ข้อจำกัดของการจำลองสถานการณ์ (Limitations of Simulation) มีดังนี้

1. ไม่สามารถรับประกันได้ว่า เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด เนื่องจากอาจมีปัจจัยที่อยู่นอกเหนือความคาดหมายเข้ามาทำให้ระบบกลับมามีภาวะคอขวดอีกครั้ง (ภาวะคอขวด หมายถึง การที่มีงานปริมาณมากค้างอยู่ในหน่วยใดหน่วยหนึ่งในระบบ) เช่น หากจำนวนผู้ป่วยนอกที่เข้ารับบริการมีจำนวนมากกว่าปกติหลายเท่าตัว จุดแจกบัตรคิวจะไม่สามารถให้บริการผู้ป่วยได้อย่างทันท่วงที และอาจก่อให้เกิดความวุ่นวายตามมาเมื่อผู้ป่วยต้องรอคอยที่จุดเริ่มต้นของระบบเป็นเวลานาน

2. แบบจำลองสถานการณ์จะใช้ได้กับระบบงานที่เป็นต้นแบบการจำลองของมันเท่านั้น ไม่สามารถปรับใช้กับระบบงานอื่นที่มีลักษณะระบบงานแตกต่างกันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.8 คำจำกัดความที่ใช้ในการศึกษาในโปรแกรมจำลองสถานการณ์ Arena Simulation

1. Entity คือ วัตถุที่ผู้สร้างสนใจให้เคลื่อนที่ไปในระบบแล้วทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะในระบบ เช่น ผู้ป่วยเข้ารับบริการในจุดบริการต่างๆ เป็นต้น

2. Attribute คือ คุณลักษณะประจำตัวของวัตถุ มีไว้เพื่อแสดงลักษณะของวัตถุ เช่น ประเภทของผู้ป่วย อย่างไรก็ตาม โปรแกรม Arena สามารถกำหนดชื่อคุณลักษณะประจำตัว ให้กับวัตถุโดยอัตโนมัติ เมื่อทำการสร้างแบบจำลอง ได้แก่

- Entity Type คือ ชนิดของ Entity จะต้องถูกบ่งชี้อย่างชัดเจน เช่น คน หรือรถยนต์

- Entity Picture คือ รูปภาพจะถูกแสดงออกมาในรูปแบบของ Animation ซึ่งจะเป็นรูปอัตโนมัติที่เป็นภาพพื้นฐานที่มีกันอยู่ในกระบวนการทั่วไป

- Entity Create Time คือ เวลาที่กำหนดลงไปเพื่อนำไปประมวลผล และรวบรวมข้อมูล

- Entity Station คือ สถานีงานแต่ละจุดที่ Entity เคลื่อนที่ผ่าน

- Entity Sequence คือ การวางตำแหน่งหรือดัชนีใน Sequence ว่า Entity จะต้องทำงานเรียงกันตามลำดับสถานีงานต่างๆ อย่างไร

- Entity Jobs Step คือ การระบุตำแหน่งดัชนีใน Sequence ว่าในปัจจุบัน Entity กำลังทำงานอยู่ที่ใด

3. Variable คือ ชื่อตัวแปรที่วัตถุทุกชนิดสามารถใช้ร่วมกันได้ ค่าของตัวแปรนี้จะเปลี่ยนเมื่อวัตถุผ่านเข้าโมดูลที่ใส่สูตรตัวแปรไว้ เพื่อบอกสถานะของระบบ เช่น จำนวนผู้ป่วยในระบบ เป็นต้น

4. Resource คือ ทรัพยากรที่จะใช้ทำกิจกรรมร่วมกับวัตถุ ซึ่งวัตถุจะเรียกใช้ทรัพยากรนั้นได้ก็ต่อเมื่อทรัพยากรนั้นว่างงาน และเมื่อทำกิจกรรมเสร็จ วัตถุก็จะปล่อยให้ทรัพยากรนั้นว่างงาน เพื่อดำเนินกิจกรรมกับวัตถุถัดไป ตัวอย่างทรัพยากร เช่น จุดแจกบัตรคิว จุดซักประวัติผู้ป่วย เป็นต้น

5. Queues คือ แถวคอยที่วัตถุใช้คอย เนื่องจากทรัพยากรไม่ว่างให้บริการ

6. Event คือ เหตุการณ์ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะของระบบ เช่น ผู้ป่วยเข้า - ออกที่จุดรับยา

7. Seize Delay and Release ในทุกๆ Module ที่จำลองสถานการณ์จะต้องมีการจัดวาง Resource ซึ่งก็คือจุดให้บริการต่างๆ ที่เป็นกระบวนการทำงานที่ Entity จะต้องผ่าน และยังรวมถึงพื้นที่ที่ใช้จัดเก็บ รอคิว และในโปรแกรม Arena จะมีคำสั่ง 3 คำสั่งที่ใช้อยู่ทั่วไปกับ Resource เสมอ ได้แก่

- Seize คือ การจำกัดของ Resource ที่จะเข้าสู่กระบวนการควบคุมเพื่อควบคุม Resource ถ้าไม่มีการจองหรือบ่งบอกว่า Entity เท่าไหร่ที่จะเข้าสู่กระบวนการ จะส่งผลให้ความสามารถของ Resource ลดลง

- Delay คือ เมื่อ Resource ซึ่งอาจจะหมายถึงจุดให้บริการถูกจอง (Seize) โดยชิ้นงานซึ่งเป็น Entity จุดให้บริการก็จะทำการดำเนินงาน ซึ่งจะใช้ระยะเวลาส่วนหนึ่ง ซึ่งอาจจะคงที่หรือไม่คงที่ก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Release คือ การยกเลิกการจอง หลังจากทำงานเสร็จ ผู้ใช้งานโปรแกรมต้องแสดงสถานะว่า จุดให้บริการได้อยู่ในสภาวะที่อิสระ คือ ไม่ได้ใช้งานนั่นเอง ซึ่งก็คือการใช้คำสั่ง Release Module เพื่อ Release Resource หลังจากนั้นโปรแกรมก็จะให้ Entity group ต่อไปถูก Seize เพื่อเข้าสู่กระบวนการ

8. Input Analyzer เป็นเครื่องมือที่ใช้ทดสอบการกระจายข้อมูลที่ป้อนเข้าไปว่ามีรูปแบบการกระจายแบบใด และสามารถใช้เพื่อสุ่มให้ข้อมูลมีลักษณะการกระจายตามลักษณะการแจกแจงที่ต้องการได้

## 2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ยุพิน ศรีลครไทย (2543) ได้ศึกษาเรื่อง การจำลองระบบแถวจำลองแถวคอยของผู้ป่วยแผนกผู้ป่วยนอกโรงพยาบาลเชียงยืน จังหวัดมหาสารคาม ผลการศึกษาพบว่าในวันที่บริการตรวจรักษาโรคทั่วไป ผู้ป่วยใช้เวลาในการอยู่ในระบบเฉลี่ย 98.30 นาทีต่อคน (95% CI: 95.42, 101.18) และใช้เวลาในการรอรับบริการเฉลี่ย 57.18 นาทีต่อคน (95% CI: 54.39, 59.96) และยังพบว่าร้อยละ 60 ของเวลาทั้งหมดที่ผู้ป่วยอยู่ในระบบบริการของแผนกผู้ป่วยนอกเป็นเวลารอรับบริการนานที่สุดคือ หน่วยตรวจรักษา ใช้เวลารอรับบริการเฉลี่ย 32.08 นาทีต่อคน รองลงมา คือ หน่วยลงทะเบียนผู้ป่วย ใช้เวลารอรับบริการเฉลี่ย 14.22 นาทีต่อคน ในวันที่มีบริการคลินิกเบาหวาน ผู้ป่วยใช้เวลารอรับบริการทั้งหมดเฉลี่ย 117.31 นาที (95% CI: 114.92, 119.70) และใช้เวลาในการรอรับบริการในระบบทั้งหมดเฉลี่ย 88.22 นาที (95% CI: 85.94, 90.5) ร้อยละ 75 ของเวลาทั้งหมดที่ผู้ป่วยใช้ไปในระบบนี้ โดยหน่วยบริการที่ผู้ป่วยต้องรอรับบริการนานที่สุดคือ หน่วยลงทะเบียนผู้ป่วย รองลงมาคือหน่วยตรวจรักษา ผู้ป่วยที่มาโรงพยาบาลในวันที่มีบริการคลินิกเบาหวาน จึงต้องอยู่ในระบบบริการนานกว่า วันที่บริการตรวจโรคทั่วไปประมาณ 30 นาที ต่อมาศึกษาการจำลองแบบแถวคอยของผู้ป่วยแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลเชียงนอก จังหวัดมหาสารคาม โดยศึกษาเวลาเฉลี่ยที่แพทย์ให้บริการในแต่ละจุด เวลาที่ผู้ป่วยรับบริการและเวลาเฉลี่ยที่ผู้ป่วยรอในระบบ ระบบการให้บริการประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ขั้นตอนลงทะเบียน ขั้นตอนตรวจรักษา และขั้นตอนเภสัชกรรม การวิจัยได้สร้างแบบจำลองออกเป็น 2 แบบ คือ แบบที่ให้บริการในวันที่มีการตรวจโรคทั่วไป และ แบบที่ให้บริการในวันที่มีคลินิกเบาหวาน ผลการจำลองแบบที่พบว่าในวันที่ให้บริการตรวจโรคทั่วไป ผู้ป่วยต้องรอรับบริการนานที่สุด ในขั้นตอนการตรวจรักษา รองลงมาคือขั้นตอนลงทะเบียนผู้ป่วย ส่วนแบบจำลองในวันที่มีบริการคลินิกเบาหวาน ผู้ป่วยต้องรอรับบริการนานที่สุดคือในขั้นตอนลงทะเบียนผู้ป่วย รองลงมาคือ ขั้นตอนการตรวจรักษา และพบว่าผู้ป่วยในวันที่มีบริการคลินิกเบาหวานจะอยู่ในระบบบริการนานกว่าวันที่มีบริการตรวจโรคทั่วไปประมาณ 20 นาที

วีรยา ภัทรอาชาชัย (2547) ได้นำทฤษฎีแถวคอยมาประยุกต์ใช้กับธนาคารกรุงเทพ ธนาคารไทยพาณิชย์ และธนาคารกสิกรไทย ธนาคารละ 8 สาขา เพื่อหาจำนวนหน่วยให้บริการที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งภายหลังจากการจำลองระบบ และประเมินประสิทธิภาพจากค่าสถิติที่ได้พบว่า ธนาคารทุกแห่งสามารถจัดหน่วยให้บริการที่มีความเหมาะสมอยู่แล้ว ยกเว้นธนาคารกสิกรไทยบางสาขาที่มีจำนวนผู้ใช้บริการจำนวนมาก ทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องใช้เวลาในแถวนาน และมีบางสาขาที่สามารถลดหน่วยบริการได้อีก เช่น ธนาคารไทยพาณิชย์ สาขาสยามสแควร์ โดยภายหลังจากปรับจำนวนหน่วยให้บริการแล้ว พบว่า ผู้ใช้บริการมีความพึงพอใจมากขึ้นจากเดิม

กรชนก สุวรรณมาโจ (2548) ได้ทำการศึกษา แบบจำลองระบบบริการผู้ป่วยนอกโรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช มีเนื้อความว่า โรงพยาบาลของรัฐประสบปัญหาอัตราการให้บริการไม่เพียงพอต่อผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการ โดยเฉพาะผู้ป่วยนอก ดังนั้นผู้ศึกษาจึงศึกษาและวิเคราะห์ระบบบริการผู้ป่วยนอกของโรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช ซึ่งเป็นโรงพยาบาลของรัฐอีกแห่งหนึ่งที่ประสบปัญหาดังกล่าว โดยสร้างแบบจำลองคอมพิวเตอร์เพื่อศึกษาจุดที่เกิดปัญหาการรอคอยนานกว่า 2 ชั่วโมง และวิเคราะห์หาแนวทางแก้ไขปัญหา โดยศึกษาหาทางเลือกที่ช่วยลดเวลารอคอยของผู้ป่วยให้เหลือน้อยกว่า 1.5 ชั่วโมง จากการศึกษาพบว่าจุดที่ผู้ป่วยโดยเฉลี่ยต้องรอคอยนานกว่า 2 ชั่วโมง ได้แก่ ห้องตรวจอายุรกรรม และห้องตรวจจักษุกรรม และแนวทางแก้ไขที่ได้ทำการนำเสนอแก่ทางโรงพยาบาลคือ การเพิ่มจำนวนแพทย์ของห้องตรวจทั้งสองส่วน และผลจากการจำลองระบบโดยใช้แบบจำลองระบบที่ได้สร้างขึ้นพบว่า ทางเลือกที่เหมาะสมในส่วนห้องตรวจอายุรกรรม คือ เพิ่มอายุรแพทย์ 4 คน สำหรับห้องตรวจจักษุกรรมคือ เพิ่มจักษุแพทย์ 1 คน และขยายระยะเวลาการออกตรวจจากเดิม 3 ชั่วโมง เป็น 7 ชั่วโมง (8.00-16.00 น. พักกลางวัน 1 ชั่วโมง)

เวียงใส อุทะยาภา (2548) ศึกษาการจัดการสินค้าคงคลังของกรณีศึกษาที่เป็นธุรกิจค้าปลีกเคมีภัณฑ์ โดยเริ่มจากการแบ่งกลุ่มของสินค้าตามวิธี ABC Classification ได้สินค้ากลุ่ม A จำนวน 72 รายการ สินค้ากลุ่ม B จำนวน 146 รายการ และสินค้ากลุ่ม C จำนวน 403 รายการ เลือกสินค้าในกลุ่ม A จำนวน 20 รายการที่มีมูลค่าสูงสุด 20 อันดับแรก นำมาเป็นตัวอย่างในการจำลองสถานการณ์ จากนั้น ออกแบบการจำลองสถานการณ์ (Simulation Model) ในการจัดการสินค้าคงคลังโดยเริ่มตั้งแต่การรับคำสั่งซื้อจากลูกค้า จนถึงการจัดการสินค้าคงคลัง โดยการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ จากนั้นหาแนวทางในการลดต้นทุนสินค้าคงคลังโดยการหาระดับสินค้าคงคลังสูงสุดและต่ำสุดที่เหมาะสมที่สุด โดยการทำ Optimization ด้วยโมดูล Opt Quest for Arena ผลจากการหาระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสมที่สุด ทำให้สามารถลดต้นทุนสินค้าคงคลังโดยเฉลี่ยของสินค้าทั้ง 20 รายการ จากเดิม 9,745,465.98 บาท ลดลงเป็น 5,315,336.72 บาท โดยสามารถลดต้นทุนลงได้คิดเป็น 21 เปอร์เซ็นต์

ทัศนัย ประยูรหงส์ และ ไพบูลย์ ดาวสดใส (2549) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษางานและออกแบบงานระบบบริการการจ่ายยาผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลพิมาย จังหวัดนครราชสีมา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการทำงานและออกแบวิธีการทำงานของงานบริการจ่ายยาของผู้ป่วยนอกฝ่ายเภสัชกรรมชุมชน โรงพยาบาลพิมาย จังหวัดนครราชสีมา โดยทำการเปรียบเทียบเวลารอคอยของผู้ป่วย เวลาปฏิบัติงานในกิจกรรมการจ่ายยา เวลารอการปฏิบัติงานในระหว่างกิจกรรมการจ่ายยา ความถูกต้องในการจ่ายยา ความเข้าใจในเรื่องการใช้ยา และความพึงพอใจของผู้รับบริการ ทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงวิธีการทำงาน การศึกษาการทำงานและออกแบบวิธีการทำงานโดยประชุมกลุ่มผู้ปฏิบัติการด้วยวิธีการตั้งคำถามและหาแนวทางแก้ไข ดำเนินการเก็บข้อมูลเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอคอยของผู้ป่วย เวลาปฏิบัติกิจกรรมการจ่ายยา เวลารอการปฏิบัติงานในระหว่างกิจกรรมการจ่ายยาจากใบสั่งยาทุกใบที่มาถึงห้องจ่ายยาผู้ป่วยนอกในช่วงเวลา 9.00-12.00 น. จากวันจันทร์ถึงวันศุกร์และเก็บข้อมูลความถูกต้องในการจ่ายยา ความเข้าใจในการใช้ยา และความพึงพอใจของผู้รับบริการโดยใช้แบบสอบถาม การเก็บข้อมูลก่อนการออกแบบวิธีการทำงานดำเนินการในเดือนสิงหาคม 2549 ส่วนการเก็บข้อมูลหลังการออกแบบวิธีการทำงานดำเนินการในเดือนกันยายน 2549 ผลการศึกษาวิธีการทำงานในวงจรการจ่ายยาผู้ป่วยนอก สามารถปรับปรุงวิธีการทำงานเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่ การรับใบสั่งยาและพิมพ์ฉลากยา การจับคู่ใบสั่งยากับฉลากยา การจัดยา การตรวจสอบยา และการจ่ายยา โดยให้มีการเพิ่มจุดตรวจสอบยา และการจ่ายยาเพิ่มขึ้นจากเดิม 1 จุด เป็น 2 จุด จากการเปรียบเทียบการทำงานทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงวิธีการทำงาน พบว่า เวลารอคอยของผู้ป่วย และเวลาปฏิบัติงานในกิจกรรมการจ่ายยาลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยเวลารอคอยเฉลี่ยของผู้รับบริการลดลงจาก 46 นาที 15 วินาที เป็น 26 นาที 37 วินาที ในขณะที่ เวลาปฏิบัติงานในกิจกรรมการจ่ายยาเฉลี่ย ลดลงจาก 4 นาที 33 วินาที เป็น 4 นาที 17 วินาที ส่วนร้อยละของความถูกต้องในการจ่ายยา ร้อยละของความเข้าใจในการใช้ยา และระดับความพึงพอใจของผู้รับบริการไม่พบความแตกต่าง จากการศึกษาจะเห็นได้ว่า รูปแบบการปรับปรุงวิธีการทำงานดังกล่าว สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน และระยะเวลาการรอคอยลดลง ในขณะที่ไม่มีผลต่อการลดคุณภาพของการให้บริการ ซึ่งรูปแบบการศึกษาดังกล่าว สามารถนำไปประยุกต์ใช้พัฒนาประสิทธิภาพในการทำงานของงานเภสัชกรรมและงานอื่นๆ ของโรงพยาบาลได้

สรวิศ รัตนพิไชย (2550) ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการจัดซื้อจัดหาพัสดุ โดยการประกวดราคาด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์ (e-Auction) และใช้เทคนิคการสร้างแบบจำลองสถานการณ์กระบวนการธุรกิจ (Business Process Simulation) มาเป็นเครื่องมือในการหาแนวทางปรับปรุงกระบวนการจัดซื้อเพื่อลดระยะเวลาดำเนินการลง ผลจากการศึกษาวิจัยพบว่า ถ้าปรับปรุงกระบวนการจัดซื้อ จัดหาในช่วงคัดเลือกผู้ขาย/ผู้ส่งมอบสินค้า และช่วงการตรวจรับพัสดุ โดยใช้การขึ้นทะเบียนผู้ขาย ผู้รับจ้าง และผลิตภัณฑ์ (Vendor Lists) การทำงานคู่ขนานและการลดขั้นตอนการจัดซื้อ จัดหาลง ก็จะสามารถลดระยะเวลาดำเนินการจัดซื้อ จัดหารวมลงได้ 14.30 เปอร์เซ็นต์ ถึง 20.10 เปอร์เซ็นต์ และ 16.56 เปอร์เซ็นต์ ถึง 24.49 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และการนำสัญญาระยะยาวมาใช้ จะสามารถลดระยะเวลาดำเนินการจัดซื้อ จัดหารวมได้ถึง 74.92 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะทำให้มูลค่าพัสดุคงคลังลดลงได้ 9.13 เปอร์เซ็นต์ ถึง 58.06 เปอร์เซ็นต์

ดำรงฤทธิ์ พลสุวัตถิ์ (2551) ได้ศึกษาลักษณะการสมัครเข้าศึกษาต่อที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ โดยเก็บข้อมูลการสมัครทุกๆ 10 นาที ในแต่ละช่วงเวลา ช่วงเวลาละ 1 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 09.00 - 16.00 น. รวม 6 ช่วงเวลา จำนวน 6 วัน พบว่า จำนวนนักศึกษาที่มาสมัครทุกช่วงเวลามีการแจกแจงแบบปัวส์ซอง โดยช่วงเวลาที่ 2 มีอัตราการเข้ามาสมัครมากที่สุด คือ 1.29 คนต่อนาที และช่วงเวลาที่ 6 มีอัตราการเข้ามาสมัครน้อยที่สุดคือ 0.06 คนต่อนาที นอกจากนี้ยังได้ศึกษาลักษณะการให้บริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของเจ้าหน้าที่รับสมัครพบว่า อัตราการให้บริการทุกจุดมีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล โดยที่อัตราในการกรอกข้อมูลของนักศึกษาลงในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ณ จุดให้บริการที่ 2 มีค่าสูงสุด คือ 0.67 นาทีต่อคน หรือ 1.49 คนต่อนาที และเมื่อศึกษาเวลารอคอยของผู้มารับบริการ จุดบริการที่ 1 เวลารอคอยของผู้มารับบริการในระบบ โดยเฉลี่ยมีค่ามากที่สุดคือ 1.37 นาทีต่อคน และจุดบริการที่ 1, 2 และ 3 ในช่วงเวลาที่ 6 ความน่าจะเป็นที่จะไม่มีผู้มารับบริการในระบบมีค่ามาก คือ 0.97, 0.95 และ 0.98 ตามลำดับ

นริสา คันธเศรษฐ์และคณะ (2551) ได้ทำการศึกษา การจำลองกระบวนการไหลเวียนของผู้โยสารภายในอาคารผู้โดยสารขาออกระหว่างประเทศ ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการไหลเวียนของผู้โดยสาร ในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ภายในอาคารผู้โดยสาร ของผู้โดยสารขาออกระหว่างประเทศ ในช่วงเวลาเร่งด่วน ระหว่าง 17.00 น. ถึง 20.00 น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่อาคารผู้โดยสารมีผู้โดยสารหนาแน่นมากที่สุด โดยใช้การจำลองสถานการณ์ เพื่อให้ทราบถึงกิจกรรมที่ก่อให้เกิดระยะเวลาการรอคอยนานที่สุด จากนั้นจึงนำเสนอวิธีการปรับปรุงประสิทธิภาพการดำเนินงาน เพื่อลดระยะเวลารอคอยต่อไป จากผลการศึกษา กิจกรรมการตรวจหนังสือเดินทาง (Passport Control) เป็นกิจกรรมที่สร้างระยะเวลาการรอคอยให้ผู้โดยสารมากที่สุด รองลงมาคือกิจกรรมเช็คอิน (Check-in) และกิจกรรมการตรวจค้น (Security Check) ตามลำดับ เมื่อนำผลของระยะเวลาการรอคอยของผู้โดยสารในการรับบริการในกิจกรรมต่างๆ มาเปรียบเทียบกับระยะเวลารอคอยสูงสุดที่ผู้โดยสารยอมรับได้ พบว่า ในกิจกรรมเช็คอิน (Check-in) สายการบินเกิดระยะเวลารอคอยในการรอรับบริการเกินกว่าระยะเวลามาตรฐานที่กำหนด ผู้วิจัยจึงหาแนวทางในการปรับปรุงเพื่อลดระยะเวลารอคอยในการเข้ารับบริการ โดยจำลองสถานการณ์การแก้ไขปัญหาดังกล่าว ซึ่งได้ผลว่า การใช้ลักษณะต่อแถวแบบ Multiple Queue และเพิ่มจำนวนเคาน์เตอร์ให้บริการของทั้งสองสายการบินเป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด และเพิ่มเติมโดยการปรับเพิ่มจำนวนเคาน์เตอร์และผู้ให้บริการจากเดิมเท่ากับ 30 เคาน์เตอร์ เป็น 45 เคาน์เตอร์ ซึ่งจะช่วยลดระยะเวลาการรอคอยของผู้โดยสารและจำนวนผู้โดยสารในแถวคอยได้เป็นอย่างดี

ชโลธร เกตุก่อลาภ (2553) วิเคราะห์การทำงานของระบบการให้บริการผู้ป่วยแผนกกายภาพบำบัดของโรงพยาบาลเอกชนแห่งหนึ่ง โดยการใช้แบบจำลองสถานการณ์ เนื่องจากจำนวนผู้ป่วยที่มากขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้แผนกกายภาพบำบัดประสบปัญหาเกี่ยวกับการรอรับบริการเป็นเวลาที่ยาวนาน งานวิจัยนี้จึงได้มุ่งเน้นในการเพิ่มประสิทธิภาพ โดยจัดการเรื่องของลำดับการรอคอย เพื่อทำให้สามารถลดเวลาของการรอคอยและเป็นการเพิ่มความสามารถของโรงพยาบาลในใช้ทรัพยากร โดยทำการเก็บข้อมูลเวลาในการให้บริการตารางการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ เพื่อใช้ในการออกแบบการจำลองสถานการณ์ จากนั้นจึงได้ทำการสร้างแบบจำลองโดยใช้โปรแกรมอารีนา ผลของค่าเฉลี่ยการให้บริการจริงก่อนการปรับปรุงพบว่าเวลาที่ผู้ป่วยอยู่ในแผนกกายภาพบำบัด (Total Time) 77.18 นาที และการวิเคราะห์ผลแบบจำลอง โดยเพิ่มนักกายภาพบำบัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จาก 4 คนเป็น 5 คน และลดผู้ช่วยนักกายภาพบำบัดจาก 3 คนเป็น 2 คน จะสามารถลดเวลาของเวลาการให้บริการทั้งหมดเฉลี่ยได้ 56.56% เมื่อเทียบทางด้านต้นทุน วิธีที่นำเสนอให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

พูลศักดิ์ แก้วสุวรรณ์ (2553) ศึกษาจำหน่ายอาหารแช่แข็งแห่งหนึ่ง มีความจำเป็นต้องเก็บสินค้าคงคลังของผลิตภัณฑ์ต่างๆ ไว้เพื่อใช้เป็นสินค้าสำรอง (Buffer) ระหว่างอุปสงค์และอุปทานที่มีความไม่แน่นอน และเพื่อให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว ปัญหาของบริษัทกรณีศึกษา คือ การกำหนดระดับสินค้าคงคลังสูงสุด (Maximum Stock) และต่ำสุด (Minimum Stock) ไม่เหมาะสม ทำให้มีต้นทุนรวมการถือครองสินค้าคงคลัง (Total Inventory Cost) สูงเกินความจำเป็น ดังนั้น การค้นคว้าอิสระนี้ เพื่อหาแนวทางลดต้นทุนรวมการถือครองสินค้าคงคลังแต่ยังคงรักษาระดับการตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า โดยการแบ่งกลุ่มสินค้าด้วยวิธี ABC Classification ได้สินค้ากลุ่ม A จำนวน 128 รายการ สินค้ากลุ่ม B จำนวน 136 รายการ และสินค้ากลุ่ม C จำนวน 299 รายการ เลือกสินค้ากลุ่ม A ที่มีปริมาณการขายสูงสุดจำนวน 15 รายการ เป็นตัวแทน ใช้เทคนิคการสร้างแบบจำลองสถานการณ์กระบวนการบริหารจัดการสินค้าคงคลัง (Simulation Model) ด้วยโปรแกรม ARENA เวอร์ชั่น 10.0 และใช้เครื่องมือ OptQuest for Arena ทำ Optimization เพื่อหาระดับสินค้าคงคลังสูงสุด (Maximum Stock) และต่ำสุด (Minimum Stock) ที่เหมาะสม ผลการประมวลผลแบบจำลองสถานการณ์ด้วยระดับสินค้าคงคลังสูงสุด (Maximum Stock) และต่ำสุด (Minimum Stock) ที่เหมาะสม พบว่า สามารถลดต้นทุนรวมการถือครองสินค้าคงคลังเฉลี่ยของสินค้าทั้ง 15 รายการ จากเดิม 105,698.6 บาท ลดลงเป็น 94,587.92 บาท หรือสามารถลดต้นทุนลงได้ 10.51% แต่ยังคงรักษาระดับความสามารถในการตอบสนองต่อคำสั่งซื้อของลูกค้าได้ในระดับที่กำหนด

วรธน แสงศักดา (2554) ทำการศึกษาระบบการดำเนินงานภายในคลังสินค้าอุตสาหกรรมอาหารกระป๋องแห่งหนึ่ง เป็นจุดพักสินค้าจากโรงงานที่เชียงใหม่และชุมพร คลังสินค้าดังกล่าวประสบปัญหาการจัดวางสินค้าเนื่องด้วยพื้นที่ในการจัดวางสินค้าแต่ละชนิดนั้นไม่แน่นอนและมีการปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์ ในการศึกษาการจัดวางสินค้า 3 ชนิด เดิมทีมีการกำหนดพื้นที่การจัดวางสินค้าอย่างละเท่าๆ กัน แต่ด้วยสินค้าชนิดที่ 1 มีปริมาณการสั่งซื้อที่สูงและจำเป็นต้องใช้พื้นที่ในการจัดวางมากกว่าสินค้าชนิดอื่นๆ ซึ่งทำให้ต้องนำสินค้าชนิดที่ 1 ไปวางในบริเวณพื้นที่ของสินค้าชนิดที่ 2 หรือบริเวณพื้นที่ของสินค้าชนิดที่ 3 เมื่อเกิดการวางสินค้าผิดพื้นที่การจัดวางดังกล่าวส่งผลให้การค้นหาสินค้าของพนักงานอาจเกิดความสับสน เพิ่มเวลาและใช้ความชำนานของพนักงานในการค้นหา ผู้จัดทำจึงได้นำเสนอการจำลองสถานการณ์โดยใช้โปรแกรม Arena Simulation 10.0 และข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 มีนาคม 2554 – 30 พฤษภาคม 2554 ในการจำลองการจัดสรรพื้นที่ในการจัดวางสินค้าภายในคลังสินค้า ในการทำวิจัยครั้งนี้มีการเปลี่ยนระบบการจัดวางสินค้าเดิมด้วยการประยุกต์ใช้ระบบ ABC (ABC Analysis) เพื่อเลือกวางสินค้าตามความถี่และปริมาณ เพื่อลดเวลาในการเดินทางไปหยิบสินค้า จากผลที่ได้สามารถลดเวลาในการเดินทางไปหยิบสินค้าได้ 8% เวลาในการขนสินค้าไปยังรถส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สินค้า 4 % และสามารถกำหนดพื้นที่สำหรับวางสินค้าแต่ละชนิดได้แน่นอน พร้อมทั้งประยุกต์การใช้ Barcode เพื่อลดเวลาในการบันทึกข้อมูลรวมของสินค้าเข้า-ออก ได้ ได้ 3,985.41 จากระยะเวลา 79 วัน

Hong Lian and Zhenkai Wan (2007) ได้สร้างแบบจำลองระบบแถวคอยของการให้บริการในซูเปอร์มาเก็ตที่มีรูปแบบการให้บริการเป็นแบบ (M/M/1) : (FCFS/∞/∞) ซึ่งจากการทดสอบการแจกแจงพบว่า อัตราที่ลูกค้าเข้ามารับบริการต่อนาที มีการแจกแจงแบบ negative binomial ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5 คน และเวลาการให้บริการมีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ย 1.6 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.6 จากการจำลองระบบพบว่าเวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าใช้รอรับบริการคือ 1 นาที 55 วินาที ความยาวของแถวคอยเฉลี่ย 4.22 คน และความน่าจะเป็นที่หน่วยให้บริการจะว่างคือ 35.65% และเมื่อศึกษาซูเปอร์มาร์เก็ตที่มีหน่วยให้บริการมากกว่า 1 หน่วยที่ขนานกันหรืออยู่ในรูปแบบ (M/M/C) : (FCFS/∞/∞) ได้สร้างโปรแกรมคำนวณหาค่าเหมาะสมที่สุดของจำนวนหน่วยให้บริการ

Munir B. Sayyad (2010) ได้ออกแบบโปรแกรมและสร้างแบบจำลอง เพื่อลดเวลาเฉลี่ยของการให้บริการจากแถวคอยระบบ M/G/1/∞/∞ โดยใช้ภาษา C++ และกฎ Little's Law แบบจำลองจะแสดงอัตราการเพิ่มขึ้นของการเข้ามารับบริการและได้เพิ่มจำนวนหน่วยให้บริการตามอัตราการเข้ามาที่เพิ่มขึ้นนี้ เพื่อคำนวณหาจำนวนหน่วยให้บริการที่เหมาะสมที่สุด ทำให้ทราบเวลาเฉลี่ยของการให้บริการที่น้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3
# วิธีดำเนินงานวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัยออกเป็น 9 ส่วน ดังนี้

3.1 การศึกษากระบวนการการให้บริการของแผนกผู้ป่วยนอกอายุรกรรม

3.2 การเก็บข้อมูลภายในแผนกอายุรกรรม

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้เพื่อหารูปแบบการแจกแจงของชุดข้อมูล

3.4 การจำลองระบบของแผนกผู้ป่วยนอกอายุรกรรม

3.5 การกำหนดจำนวนรอบการจำลองสถานการณ์

3.6 การตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง

3.7 ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองระบบแผนกผู้ป่วยนอกอายุรกรรม

3.8 การวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้ผู้ป่วยมีเวลารวมเฉลี่ยในระบบนาน

3.9 การออกแบบแนวทางในการปรับปรุง

## 3.1 การศึกษากระบวนการการให้บริการของแผนกผู้ป่วยนอกอายุรกรรม

แผนกผู้ป่วยนอกอายุรกรรมของโรงพยาบาลสมุทรปราการ เปิดให้บริการแก่ผู้ป่วย 2 ประเภท คือ ผู้ป่วยที่มาตามวันนัด โดยเวลานัดของทางโรงพยาบาลคือ ช่วงเวลา 6:00 น. - 12:00 น. และผู้ป่วยที่มาหลังวันนัดหรือก่อนวันนัด ในการวิจัยนี้จะพิจารณาเฉพาะผู้ป่วยที่มาตามวันนัดเท่านั้น เนื่องจากผู้ป่วยที่มาก่อนหรือหลังวันนัด จะไม่สามารถกดบัตรคิวจากตู้กดบัตรคิวได้ และต้องรอตรวจในช่วงบ่ายหลังจากที่ผู้ป่วยที่มาตามนัดตรวจเสร็จ หลังจากผู้วิจัยได้ทำการศึกษากระบวนการทำงานของทางแผนกอายุรกรรม ประเภทของผู้ป่วยภายในแผนกนั้น ผู้วิจัยได้ทำการแยกออกเป็น 3 ประเภทคือ ผู้ป่วยที่ต้องไปหน่วยงานชันสูตรโรค (Blood Test) ก่อนพบแพทย์ ผู้ป่วยที่ต้องไปหน่วยงานเอ็กซเรย์ (X-ray) ก่อนพบแพทย์ และผู้ป่วยทั่วไปที่มาพบแพทย์เพื่อดูอาการโดยไม่ต้องแยกไปหน่วยงานชันสูตรโรคหรือหน่วยงานเอกซเรย์ ก่อนเข้าพบแพทย์ เส้นทางการเข้ารับบริการของผู้ป่วยแต่ละประเภทที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา แสดงในภาพที่ 3.1 สามารถอธิบายได้ดังนี้

1. ผู้ป่วยที่ต้องไปหน่วยงานชันสูตรโรค (Blood Test) ก่อนพบแพทย์ เมื่อผู้ป่วยมาถึงโรงพยาบาล ผู้ป่วยต้องไปกดบัตรคิวที่ตู้กดบัตรคิวจากนั้นพยาบาลจะเรียกซักประวัติผู้ป่วย เมื่อผู้ป่วยซักประวัติเสร็จ ผู้ป่วยจะต้องไปวัดความดันก่อน แล้วจึงแยกออกไปไปหน่วยงานชันสูตรโรค (Blood Test) ของทางโรงพยาบาล เพื่อเจาะเลือดวิเคราะห์ผล เมื่อเสร็จผู้ป่วยต้องรอจนกว่าจะได้ผลเลือด เพื่อให้พยาบาลบันทึกประวัติการรักษาก่อนจึงจะสามารถเข้าพบแพทย์เพื่อวินิจฉัยอาการได้ โดยพยาบาลแผนกคัดกรองก่อนเข้าตรวจจะเป็นผู้เรียกผู้ป่วยเข้าห้องตรวจของแพทย์แต่ละท่าน หลังตรวจเสร็จจะมีพยาบาลคัดกรองหลังตรวจ

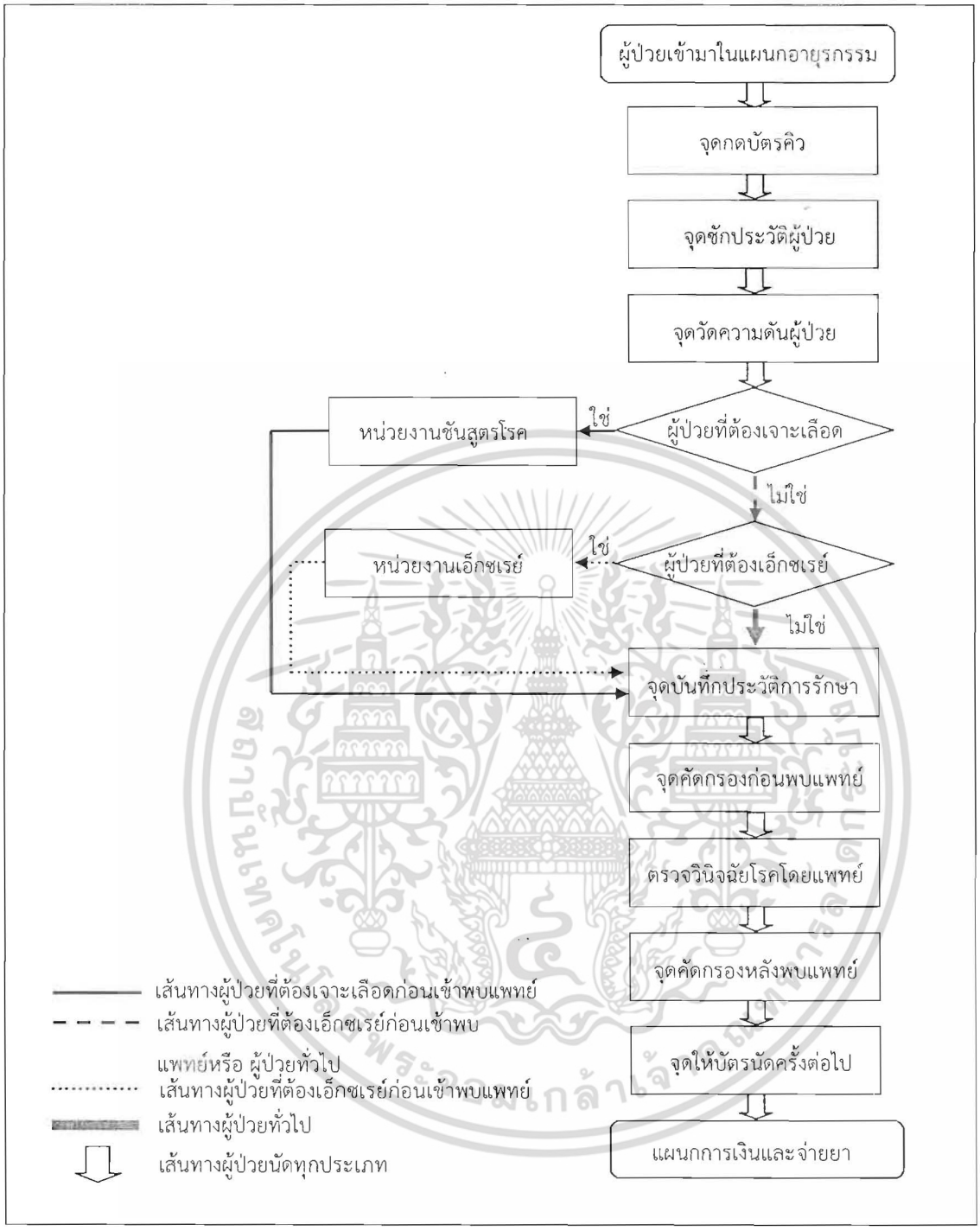
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอยตรวจสอบคำสั่งแพทย์อีกครั้งและให้บัตรคิวใหม่แก่ผู้ป่วย เพื่อให้ผู้ป่วยไปรอรับบัตรนัดครั้งต่อไปแล้วจึงแยกไปแผนกการเงินและจ่ายยา

2. ผู้ป่วยที่ต้องไปหน่วยงานเอ็กซเรย์ (X-ray) ก่อนพบแพทย์ เมื่อผู้ป่วยมาถึงโรงพยาบาล ผู้ป่วยต้องไปกดบัตรคิวที่ตู้กดบัตรคิวจากนั้นพยาบาลจะเรียกซักประวัติผู้ป่วย เมื่อผู้ป่วยซักประวัติเสร็จผู้ป่วยจะต้องไปวัดความดันก่อน แล้วจึงแยกออกไปหน่วยงานเอ็กซเรย์ (X-ray) ของทางโรงพยาบาล เมื่อเอ็กซเรย์เสร็จผู้ป่วยต้องรอจนกว่าจะได้ผลเอ็กซเรย์ เพื่อให้พยาบาลบันทึกประวัติการรักษาจึงจะสามารถเข้าพบแพทย์เพื่อวินิจฉัยอาการได้ โดยพยาบาลแผนกคัดกรองก่อนเข้าตรวจจะเป็นผู้เรียกผู้ป่วยเข้าห้องตรวจของแพทย์แต่ละท่าน หลังตรวจเสร็จจะมีพยาบาลคัดกรองหลังตรวจคอยตรวจสอบคำสั่งแพทย์อีกครั้งและให้บัตรคิวใหม่แก่ผู้ป่วย เพื่อให้ผู้ป่วยไปรอรับบัตรนัดครั้งต่อไป แล้วจึงแยกไปแผนกการเงินและจ่ายยา

3. ผู้ป่วยทั่วไปที่มาพบแพทย์เพื่อดูอาการโดยไม่ต้องแยกไปหน่วยงานชันสูตรโรคหรือหน่วยงานเอ็กซเรย์ ก่อนเข้าพบแพทย์ เมื่อผู้ป่วยมาถึงโรงพยาบาล ผู้ป่วยต้องไปกดบัตรคิวที่ตู้กดบัตรคิวจากนั้นพยาบาลจะเรียกซักประวัติผู้ป่วย เมื่อผู้ป่วยซักประวัติเสร็จผู้ป่วยจะต้องไปวัดความดัน จากนั้นพยาบาลจะบันทึกประวัติการรักษา ผู้ป่วยจะรอจนพยาบาลแผนกคัดกรองก่อนเข้าตรวจจะเป็นผู้เรียกผู้ป่วยเข้าห้องตรวจของแพทย์แต่ละท่าน หลังตรวจเสร็จจะมีพยาบาลคัดกรองหลังตรวจ คอยตรวจสอบคำสั่งแพทย์อีกครั้งและให้บัตรคิวใหม่แก่ผู้ป่วย เพื่อให้ผู้ป่วยไปรอรับบัตรนัดครั้งต่อไป แล้วจึงแยกไปแผนกการเงินและจ่ายยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

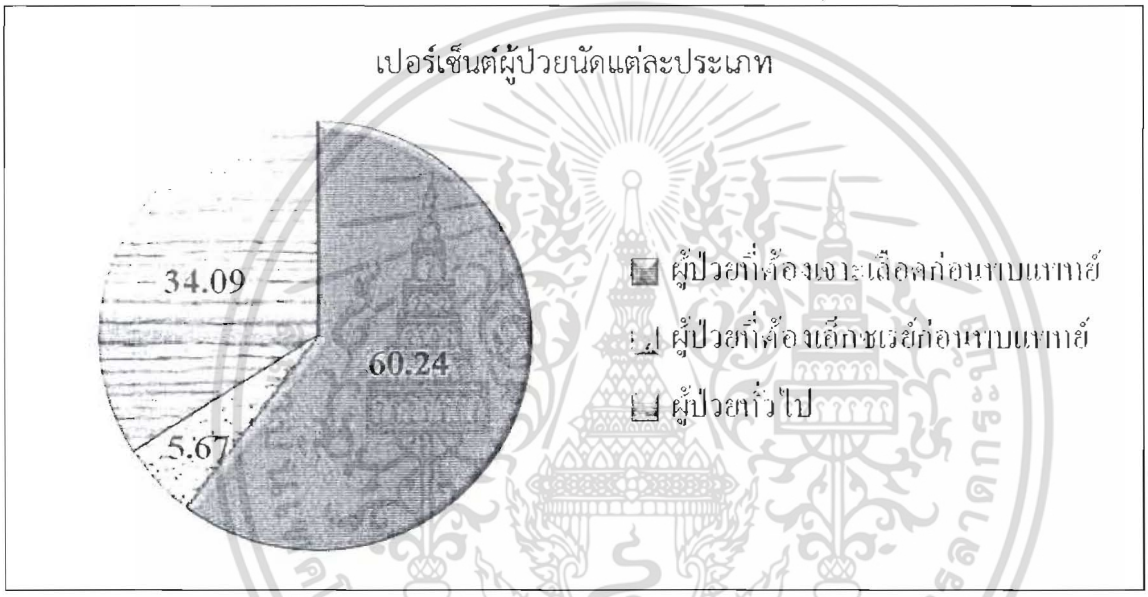



ภาพที่ 3.1 แผนผังแสดงเส้นทางการเข้ารับบริการสำหรับผู้ป่วยนัดแต่ละประเภท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การเก็บข้อมูลภายในแผนกอายุรกรรม

แผนกอายุรกรรมของโรงพยาบาลสมุทรปราการมีการนัดผู้ป่วยให้เข้ามารับบริการอยู่ที่ประมาณ 250 คนต่อวัน จากข้อมูลย้อนหลัง 3 เดือน ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2556 – เดือนกันยายน 2556 ของทางโรงพยาบาล เราสามารนำมาวิเคราะห์เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ประเภทของผู้ป่วยทั้ง 3 ประเภท จากจำนวนนัดทั้งสิ้น 250 คน ได้คือ ผู้ป่วยที่ต้องไปหน่วยงานชันสูตรโรค (Blood Test) ก่อนพบแพทย์ คิดเป็น 60.24 เปอร์เซ็นต์ ผู้ป่วยที่ต้องไปหน่วยงานเอ็กซเรย์ (X-ray) ก่อนพบแพทย์คิดเป็น 5.67 เปอร์เซ็นต์ และผู้ป่วยทั่วไปที่มาพบแพทย์เพื่อดูอาการโดยไม่ต้องแยกไปหน่วยงานชันสูตรโรคหรือหน่วยงานเอ็กซเรย์ก่อนเข้าพบแพทย์คิดเป็น 34.09 เปอร์เซ็นต์ แสดงดังภาพที่ 3.2




ภาพที่ 3.2 แผนภูมิแสดงเปอร์เซ็นต์ผู้ป่วยนัดแต่ละประเภท

ระบบการนัดผู้ป่วยของทางโรงพยาบาลสมุทรปราการเป็นระบบการนัดในรูปแบบแบบระบุเวลาลงบัตรนัด โดยระบุเวลานัด 6:00 น. – 12:00 น. แก่ผู้ป่วยทุกราย โดยไม่มีการนัดแยกเป็นช่วงเวลาแก่รายบุคคล ดังนั้นผู้ป่วยสามารถมาได้ในช่วงเวลา 6:00 น. – 12:00 น. ตามแต่ผู้ป่วยสะดวก แต่ผู้ป่วยส่วนใหญ่กลับคิดว่าการมาถึงเช้ามาก จะทำให้ตรวจเสร็จเร็วกว่าการมาถึงในเวลาสาย จึงทำให้ในช่วงเช้าเวลา 6:00 น. ผู้ป่วยต้องมาก่อนเพื่อที่จะต่อคิวยืนรอกดบัตรคิวจากตู้กดบัตรคิวเพื่อให้ได้คิวแรกๆ แต่หลังจากนั้นผู้ป่วยต้องเสียเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง เนื่องจากพยาบาลจะเริ่มให้บริการที่เวลา 7:00 น. จึงทำให้ผู้ป่วยใช้เวลารอคอยนาน เวลาที่ผู้ป่วยใช้ในการมารับการรักษาจนถึงเวลาที่ผู้ป่วยรับยากลับบ้านจึงมีระยะเวลาเฉลี่ยที่นานมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 ข้อมูลทั่วไปของหน่วยให้บริการและเวลาทำการ

สำหรับหน่วยงานให้บริการของผู้ป่วยนอกแผนกอายุรกรรม แบ่งออกเป็นหน่วยงานย่อยคือ จุดกดบัตรคิว จุดซักประวัติผู้ป่วย จุดวัดความดันผู้ป่วย จุดบันทึกประวัติการรักษา จุดคัดกรองก่อนพบแพทย์ จุดตรวจวินิจฉัยโรคโดยแพทย์ จุดคัดกรองหลังพบแพทย์ และจุดให้บัตรนัดครั้งต่อไป

แผนกผู้ป่วยนอกอายุรกรรมเปิดให้บริการแก่ผู้ป่วยเวลา 7:00 น. – 16:00 น. พยาบาลทำงาน 9 ชั่วโมงต่อวัน แต่พยาบาลที่จุดซักประวัติที่มีจำนวน 5 คน จะมี 1 คน ที่จะเริ่มให้บริการซักประวัติผู้ป่วยที่เวลา 6:30 น. เนื่องจากผู้ป่วยมาก่อนเวลาเปิดทำการนาน ไม่ต้องการรอนาน พยาบาลจึงจำเป็นต้องให้บริการก่อนเวลา เพื่อไม่ให้ผู้ป่วยเกิดความไม่พึงพอใจ ที่จุดซักประวัติพยาบาล 4 คน จะมีหน้าที่ซักประวัติผู้ป่วยในช่วงเวลา 7:00 น. - 8:30 น. จากนั้นจะเปลี่ยนหน้าที่ไปทำบัตรนัดครั้งต่อไปให้แก่ผู้ป่วยที่เสร็จสิ้นจากการตรวจวินิจฉัยจนถึงเวลาปิดบริการ ส่วนพยาบาลที่เหลืออีก 1 คน ที่ต้องให้บริการตรวจซักประวัติก่อนเวลานั้น จะมีหน้าที่หลักคือตรวจซักประวัติตลอดเวลาทำการ แต่ถ้าไม่มีผู้ป่วยใหม่เข้ามาทำการซักประวัติ พยาบาลที่จุดนี้จะช่วยพยาบาลอีก 4 คน ทำบัตรนัดครั้งต่อไปแก่ผู้ป่วย แพทย์ของทางแผนกอายุร กรรมโดยเฉลี่ยแล้วลงมาห้องตรวจที่เวลา 8:30 น. จำนวน 2 ห้อง และหลังจาก 9:00 น. เป็นต้นไปเฉลี่ยแล้วมีแพทย์ลงตรวจจำนวน 6 ห้อง โดยแพทย์จะตรวจถึงแค่เวลา 15:30 น. เท่านั้น ตารางเวลาการให้บริการในแต่ละหน่วยงานของแผนกอายุรกรรม แสดงในตารางที่ 3.1

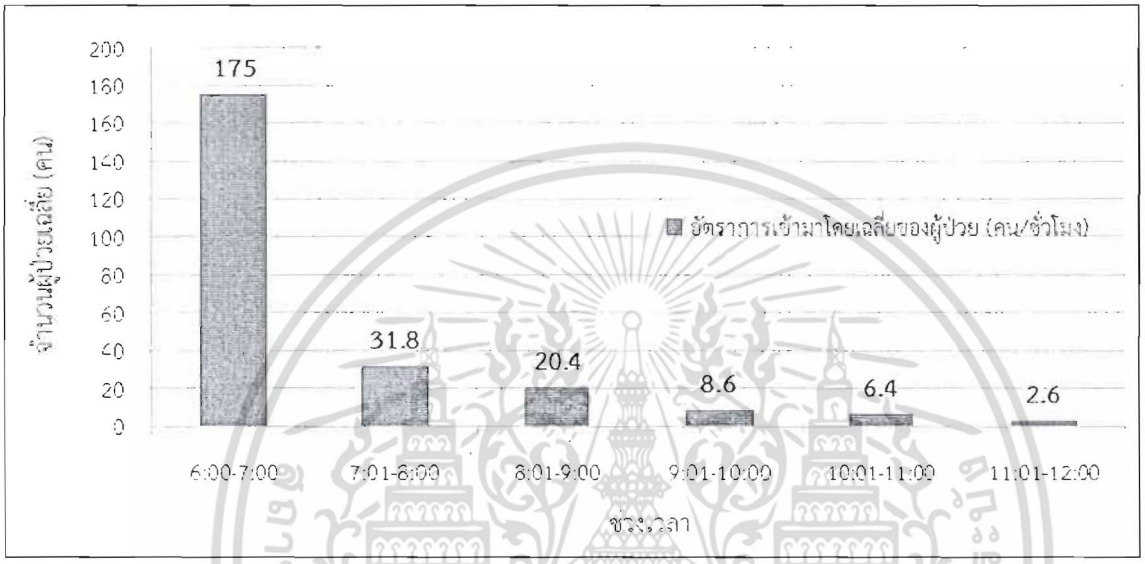
**ตารางที่ 3.1** ช่วงเวลาการให้บริการของหน่วยงานย่อยในแผนกอายุรกรรม

| สถานีงาน | จำนวนที่ให้บริการ | เวลาทำการ |
|---|---|---|
| จุดกดบัตรคิว | - | 6:00 น. - 12:00 น. |
| จุดซักประวัติผู้ป่วย | 5 | 6:30 น. - 16:00 น. 1 จุดบริการ<br>7:00 น. - 8:30 น. 4 จุดบริการ |
| จุดวัดความดันผู้ป่วย | 1 | 7:00 น. - 16:00 น. |
| จุดบันทึกประวัติการรักษา | 1 | 7:00 น. - 16:00 น. |
| จุดคัดกรองก่อนพบแพทย์ | 3 | 7:00 น. - 16:00 น. |
| จุดตรวจวินิจฉัยโรคโดยแพทย์ | 6 | 8:30 น. - 15:30 น. 2 ห้อง<br>9:00 น. - 15:30 น. 4 ห้อง |
| จุดคัดกรองพบแพทย์ | 1 | 7:00 น. - 16:00 น. |
| จุดให้บัตรนัดครั้งต่อไป | 5 | 8:30 น. - 16:00 น. |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 อัตราการเข้ามาของผู้ป่วย

ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลอัตราการเข้ามาของผู้ป่วยในช่วงเวลาต่างๆ ของผู้ป่วยนัดทั้งสิ้น 250 คน จากเวลาการกดบัตรคิวของผู้ป่วยแต่ละราย ในช่วงเวลา 6:00 น. – 12:00 น. ซึ่งได้รับความช่วยเหลืออย่างมากจากทางพยาบาลในการเก็บข้อมูลโดยผู้วิจัยได้แบ่งช่วงของข้อมูลออกเป็น 6 ช่วง ช่วงเวลาละ 1 ชั่วโมง เพื่อความง่ายในการคำนวณ โดยใช้เวลาในการเก็บข้อมูลในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2556 เป็นเวลาทั้งสิ้น 1 เดือน อัตราการมาของผู้ป่วยโดยเฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลาแสดงในภาพที่ 3.3



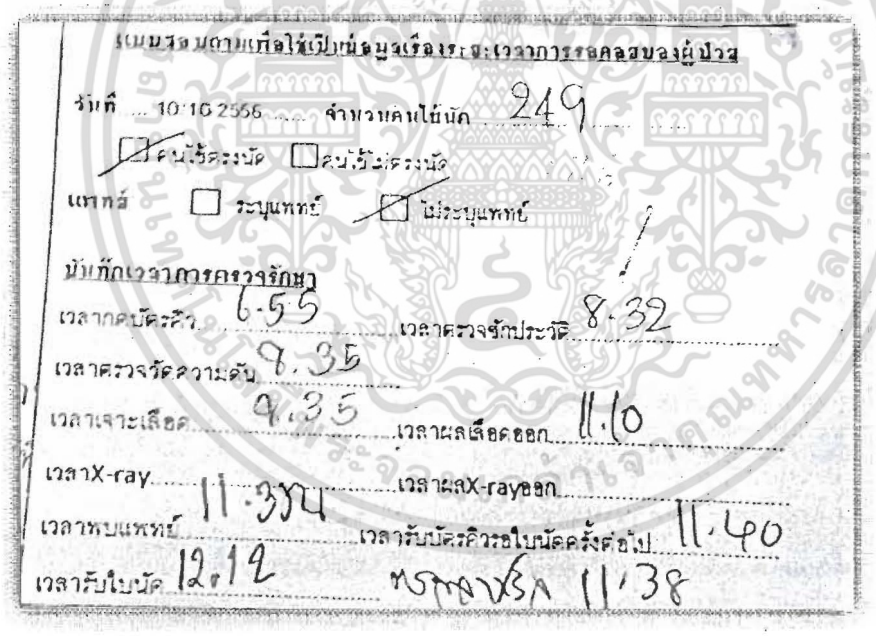

ภาพที่ 3.3 แผนภูมิแสดงอัตราการเข้ามาโดยเฉลี่ยของผู้ป่วยในแต่ละช่วงเวลา (คน/ชั่วโมง)

จากภาพที่ 3.3 แสดงให้เห็นว่า ผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการส่วนใหญ่นั้นจะเข้ามาในช่วงเวลา 6:00 น. – 7:00 น. การที่ผู้ป่วยมาพร้อมกันทีเดียวในช่วงเวลาเดียวกันจะทำให้เกิดความแออัด วุ่นวาย ไม่เป็นระเบียบเรียบร้อย และทำให้ผู้ป่วยต้องรอต่อคิวรับบริการเป็นเวลานาน เนื่องจากระบบการให้บริการในปัจจุบันให้บริการผู้ป่วยไม่ได้ในทันที ส่วนผู้ป่วยที่มาถึงในช่วงเวลาอื่นๆ นั้น จะไม่ต้องเสียเวลาในการรอนานเหมือนผู้ป่วยในช่วงเวลา 6:00 น. – 7:00 น. เพราะจำนวนคนที่อยู่ในระบบจะมีไม่มาก ดังนั้นระบบการให้บริการจึงสามารถให้บริการผู้ป่วยได้ในทันที เป็นเหตุให้ผู้ป่วยที่มาถึงในช่วงเวลา 6:00 น. – 7:00 น. อาจจะเสร็จสิ้นขั้นตอนการรับบริการในเวลาใกล้เคียงกับผู้ป่วยที่มาถึงในช่วงเวลาอื่นๆ ก็เป็นได้ จากเหตุผลข้างต้นที่กล่าวมานั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า ระบบการนัดของทางแผนกผู้ป่วยนอกอายุรกรรมควรต้องมีการปรับเปลี่ยนแก้ไขให้ดีกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน โดยอาจแยกนัดจำนวนผู้ป่วยหรือ ทำการกระจายนัดผู้ป่วยในแต่ละช่วงเวลาเพื่อให้ผู้ป่วยไม่ต้องรอต่อคิวกันเป็นจำนวนมากในช่วงเวลาเดียวกัน เพื่อจะสามารถลดปัญหาการรอคอยที่เกิดขึ้นในระบบปัจจุบันนี้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 เวลาในการให้บริการ

ในการการเก็บข้อมูลเวลาในการให้บริการ (Service Time) ในหน่วยบริการย่อยของทางแผนกผู้ป่วยนอกอายุรกรรมนั้น เนื่องจากระบบบันทึกคอมพิวเตอร์ของทางโรงพยาบาลสมุทรปราการนั้น ยังไม่มีระบบที่บันทึกเวลาในการให้บริการต่างๆ ไว้ ผู้วิจัยจึงได้ทำการเก็บข้อมูลเวลาการทำงานของแต่ละหน่วยบริการด้วยการใช้นาฬิกาจับเวลา โดยทำการสุ่มเก็บข้อมูลตัวอย่างจำนวน 50 ข้อมูล ในทุกหน่วยบริการตั้งแต่เดือนกรกฎาคม – กันยายน เป็นระยะเวลา 3 เดือน ยกเว้นในส่วนงานบริการของหน่วยงานชันสูตรโรค (Blood Test) และหน่วยงานเอ็กซเรย์ (X-ray) ที่มีการแยกออกไปอยู่ที่ส่วนอื่น อีกทั้งยังเป็นหน่วยงานที่มีการให้บริการผู้ป่วยรวมหลายแผนก รวมไปถึงการที่ระบบบันทึกคอมพิวเตอร์ของทางโรงพยาบาลยังไม่มีระบบที่ทึกเวลาในการให้บริการไว้ จึงเป็นการยากที่จะเก็บข้อมูลเวลาการให้บริการที่หน่วยงานทั้ง 2 หน่วยงานนี้ ผู้วิจัยจึงได้ทำการเก็บข้อมูลเวลาการให้บริการในส่วนงานบริการของหน่วยงานชันสูตรโรคและหน่วยงานเอ็กซเรย์ โดยการขอความร่วมมือจากพยาบาลที่จุดซักประวัติ ให้พยาบาลลงเวลาของผู้ป่วยแต่ละรายลงในใบเก็บเวลาที่ได้ทำการออกแบบขึ้นดังแสดงในภาพที่ 3.4 จากนั้นทำการคำนวณหาเวลาการให้บริการโดยเฉลี่ยในส่วนของงานบริการของหน่วยงานชันสูตรโรค และหน่วยงานเอ็กซเรย์




ภาพที่ 3.4 ตัวอย่างใบเก็บข้อมูลเวลาเจาะเลือดและเอ็กซเรย์ของผู้ป่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้เพื่อหารูปแบบการแจกแจงของชุดข้อมูล

หลังจากผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลอัตราการเข้ามาของผู้ป่วยโดยเฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลา และข้อมูลเวลาในการให้บริการในแต่ละหน่วยบริการย่อยในแผนกผู้ป่วยนอกอายุรกรรมแล้ว ในการจำลองระบบของทางแผนกโดยใช้โปรแกรมจำลองสถานการณ์อารีน่านั้น ผู้วิจัยจำเป็นต้องทราบถึงรูปแบบการแจกแจงของข้อมูลที่ได้เก็บมา ว่าข้อมูลนั้นมีการแจกแจง หรือมีการกระจายในลักษณะใด เพื่อที่จะสามารถนำรูปแบบและค่าเฉลี่ยการแจกแจงนั้นไปป้อนลงในโปรแกรมจำลองสถานการณ์ได้อย่างถูกต้อง เนื่องจากถ้าผู้วิจัยใส่รูปแบบการแจกแจงที่ไม่ถูกต้องให้แก่ระบบที่จำลอง ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองก็จะไม่ถูกต้องและไม่สามารถใช้เป็นตัวแทนของระบบจริงได้ การวิเคราะห์รูปแบบการแจกแจงของข้อมูลนั้น ผู้วิจัยใช้โปรแกรม Input Analyzer ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรมอารีน่า โดยโปรแกรมจะแสดงผลออกมาในรูปแบบแผนภูมิแท่ง (Histogram) ตามข้อมูลที่ผู้วิจัยป้อนเข้าไป จากนั้นโปรแกรมสามารถเปรียบเทียบรูปแบบการแจงแจงของข้อมูลในแต่ละรูปแบบได้ โดยโปรแกรมจะแสดงผลลัพธ์ทางสถิติต่างๆ เช่น ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่า P-value ค่าผลรวมความผิดพลาดยกกำลังสอง (Sum Square-error) เป็นต้น ในการเปรียบเทียบรูปแบบการแจกแจงข้อมูลว่าชุดข้อมูลนั้นมีรูปแบบการแจงแจงเป็นแบบใด สามารถทำได้โดยสั่งให้โปรแกรมแสดงค่าต่ำสุดของผลรวมความผิดพลาดยกกำลังสอง เปรียบเทียบกันในแต่ละรูปแบบการแจกแจงได้ ในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล สามารถตรวจสอบโดยใช้การทดสอบทางสถิติได้โดยใช้วิธี Chi-square Test หรือ วิธี Kolmogorov-Smirnov Test เปรียบเทียบค่า P-value ซึ่งจะยอมรับสมมติฐาน $H_0$ ก็ต่อเมื่อค่า P-Value > 0.05 ที่ระดับความช่วงความเชื่อมั่น 95% ตารางที่ 3.2 แสดงตัวอย่างข้อมูลดิบของเวลาในการให้บริการของจุดซักประวัติผู้ป่วยจำนวน 50 ข้อมูล ที่ได้จากการจับเวลาในส่วนข้อมูลอัตราการเข้ามาโดยเฉลี่ยของผู้ป่วยในแต่ละช่วงเวลา และเวลาในให้บริการของหน่วยงานย่อยอื่นๆ แสดงเพิ่มเติมในภาคผนวก ก.

หลังจากใช้โปรแกรม Input Analyzer เพื่อหารูปแบบการแจกแจงของข้อมูลของเวลาในให้บริการที่จุดซักประวัติผู้ป่วย พบว่ารูปแบบการแจกแจงเป็นแบบลอกนอร์มอล (Lognormal Distribution) ซึ่งให้ค่าผลรวมความผิดพลาดยกกำลังสองต่ำที่สุดอยู่ที่ 0.0033018 และเมื่อทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Chi-square Test หรือ วิธี Kolmogorov-Smirnov Test พบว่าให้ค่า P-value > 0.05 จึงสามารถยอมรับได้ว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบ Lognormal รูปแบบการวิเคราะห์ข้อมูลเวลาในการให้บริการที่จุดซักประวัติผู้ป่วย โดยใช้โปรแกรม Input Analyzer แสดงดังภาพที่ 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างข้อมูลดิบของเวลาในการให้บริการของจุดซักประวัติจำนวน 50 ข้อมูล

| ข้อมูลเวลาในการให้บริการที่จุดซักประวัติผู้ป่วย (นาที) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.00 | 1.30 | 1.05 | 1.05 | 0.52 |
| 1.17 | 1.67 | 0.60 | 2.13 | 0.75 |
| 1.12 | 0.73 | 1.25 | 0.70 | 1.20 |
| 3.00 | 0.88 | 1.0 | 1.88 | 1.42 |
| 1.67 | 0.87 | 2.28 | 1.40 | 0.65 |
| 0.82 | 0.77 | 0.50 | 1.58 | 1.45 |
| 0.87 | 0.85 | 1.28 | 0.63 | 4.00 |
| 1.23 | 0.68 | 0.63 | 1.58 | 1.48 |
| 0.58 | 0.52 | 0.62 | 1.00 | 1.03 |
| 1.03 | 1.18 | 0.57 | 1.17 | 0.83 |

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากอัตราการเข้ามาโดยเฉลี่ยของผู้ป่วย เป็นข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบไม่ต่อเนื่อง ดังนั้นรูปแบบการแจกแจงของข้อมูลจึงควรอยู่ในรูปแบบการแจกแจงแบบปัวส์ซอง (Poisson Distribution) ผู้วิจัยจึงต้องทำการตรวจสอบข้อมูลว่าข้อมูลอัตราการเข้ามาโดยเฉลี่ยของผู้ป่วยในแต่ละช่วงเวลานั้น มีรูปแบบการแจกแจงเป็นแบบปัวส์ซองจริง โดยตรวจสอบโดยใช้การทดสอบทางสถิติ ใช้วิธี Chi-square Test หรือ วิธี Kolmogorov-Smirnov Test เปรียบเทียบค่า P-value ซึ่งจะยอมรับสมมติฐาน $H_0$ ก็ต่อเมื่อค่า P-Value > 0.05 ที่ระดับความช่วงความเชื่อมั่น 95% โดยรูปแบบการแจกแจงของข้อมูลอัตราการเข้ามาโดยเฉลี่ยของผู้ป่วยในแต่ละช่วงเวลา และ ข้อมูลเวลาในการให้บริการในแต่ละจุดบริการ ที่ได้จากการวิเคราะห์โดยโปรแกรม Input Analyzer แสดงในตารางที่ 3.3 และ ตารางที่ 3.4 ตามลำดับ รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของข้อมูลอัตราการเข้ามาโดยเฉลี่ยของผู้ป่วยในแต่ละช่วงเวลา และ เวลาในการให้บริการที่จุดบริการย่อยต่างๆ โดยใช้โปรแกรม Input Analyzer แสดงเพิ่มเติมในภาคผนวก ข.

**ตารางที่ 3.3** รูปแบบการแจกแจงของข้อมูลอัตราการเข้ามาโดยเฉลี่ยของผู้ป่วยในแต่ละช่วงเวลา

| ช่วงเวลา | รูปแบบการแจกแจง | ค่า P-value |
|---|---|---|
| 6:00 น. – 7:00 น. | POIS (175) | Corresponding P-value = 0.109 |
| 7:01 น. – 8:00 น. | POIS (31.8) | Corresponding P-value = 0.742 |
| 8:01 น. – 9:00 น. | POIS (20.4) | Corresponding P-value = 0.111 |
| 9:01 น. – 10:00 น. | POIS (8.6) | Corresponding P-value = 0.121 |
| 10:01 น. – 11:00 น. | POIS (6.4) | Corresponding P-value = 0.280 |
| 11:01 น. – 12:00 น. | POIS (2.6) | Corresponding P-value = 0.063 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 ข้อมูลเวลาในการให้บริการในแต่ละจุดบริการ

| จุดบริการ | รูปแบบการแจกแจง | ค่า P-value |
|---|---|---|
| จุดซักประวัติผู้ป่วย | 0.14 + LOGN (1.01, 0.568) | Corresponding P-value = 0.216 |
| จุดวัดความดันผู้ป่วย | 0.36 + LOGN (0.703, 0.405) | Corresponding P-value = 0.439 |
| หน่วยงานชันสูตรโรค | 98 + 102*BETA (2.67, 2.58) | Corresponding P-value = 0.124 |
| หน่วยงานเอ็กซเรย์ | 60 + 103*BETA (1.52, 2.22) | Corresponding P-value = 0.174 |
| จุดบันทึกประวัติการรักษา | TRIA (0.17, 1.34, 1.88) | Corresponding P-value = 0.689 |
| จุดคัดกรองก่อนเข้าพบแพทย์ | 1 + 2.68*BETA (4.1, 5.06) | Corresponding P-value > 0.75 |
| จุดตรวจวินิจฉัยโรคโดยแพทย์ | 1 + ERLA (1.64, 2) | Corresponding P-value = 0.495 |
| จุดคัดกรองหลังพบแพทย์ | LOGN (0.592, 0.333) | Corresponding P-value = 0.508 |
| จุดให้บัตรนัดครั้งต่อไป | 1.31 + LOGN (3.15, 2.27) | Corresponding P-value = 0.0846 |

จากตารางที่ 3.3 ค่า P-value ของอัตราการมาของผู้ป่วยในแต่ละช่วงเวลามีค่ามากกว่า 0.05 แสดงให้เห็นว่า ข้อมูลในแต่ละช่วงเวลามีการแจกแจงในรูปของการแจกแจงแบบปัวส์ซอง (Poisson Distribution) จริง และจากตารางที่ 3.4 แสดงให้เห็นถึงรูปแบบการแจกแจงแบบต่างๆ ของข้อมูลเวลาในการให้บริการในแต่ละจุดบริการ ซึ่งมีค่า P-value ที่มากกว่า 0.05 ซึ่งจะนำไปใช้ในการจำลองระบบการให้บริการต่อไป

### 3.4 การจำลองระบบของแผนกผู้ป่วยนอกอายุรกรรม

การสร้างแบบจำลองสถานการณ์จำเป็นต้องมีความใกล้เคียงกับระบบจริงมากที่สุด เพื่อสามารถอธิบายการทำงานได้อย่างถูกต้อง โดยผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบจำลองโดยใช้โปรแกรม Arena Simulation Version 10.0 ในการจำลองระบบการให้บริการของแผนกผู้ป่วยนอกอายุรกรรมภายในโรงพยาบาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

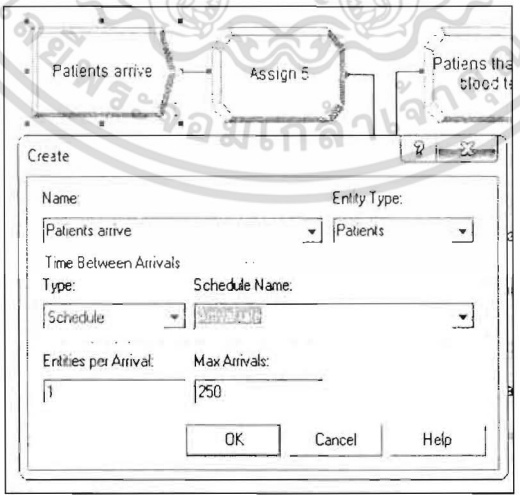
สมุทรปราการ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนการจำลองการเข้ามาของผู้ป่วย และส่วนการจำลองการให้บริการผู้ป่วย

### 3.4.1 การจำลองการเข้ามาของผู้ป่วย

ผู้วิจัยทำการจำลองการเข้ามาของผู้ป่วย โดยนำรูปแบบการแจกแจงข้อมูลอัตราการเข้ามาของผู้ป่วยในแต่ละช่วงเวลาที่ได้จากการวิเคราะห์ ด้วยโปรแกรม Input Analyzer ดังที่แสดงในตารางที่ 3.3 มาป้อนเข้าสู่แบบจำลอง

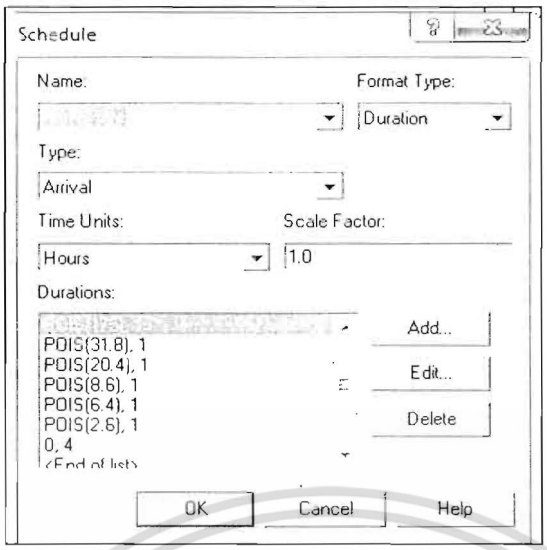
1. การจำลองสร้างผู้ป่วยให้เข้ามาในระบบ เลือกใช้คำสั่ง Create Module ตั้งชื่อ Module ตามต้องการ และ กำหนด Entity type ให้แก่ผู้ป่วย ในส่วนของ Time Between Arrivals เลือกใช้เป็น Schedule เนื่องจากข้อมูลอัตราการเข้ามาของผู้ป่วยในแต่ละช่วงเวลามีจำนวนไม่เท่ากัน ตั้งชื่อ Schedule ตามต้องการ ในส่วนของ Max Arrivalsกำหนดให้มีผู้ป่วยเข้ามาในระบบได้ไม่เกิน 250 คน เนื่องจากแผนกอายุรกรรม มีการนัดผู้ป่วยให้มารักษาต่อวันอยู่ที่ 250 ราย ขั้นตอนการสร้างผู้ป่วยเข้ามาในระบบโดยใช้คำสั่ง Create Module แสดงดังภาพที่ 3.6

2. การเลือกส่วนของตารางจัดการข้อมูล (Spreadsheet) ในส่วน Schedule เพื่อใส่ค่าอัตราการเข้ามาของผู้ป่วยในแต่ละช่วงเวลาให้แก่ระบบ ตั้งชื่อ Module ตามต้องการ และกำหนดรูปแบบ (Type) เป็นแบบ Arrival มีหน่วยเป็น ชั่วโมง เนื่องจากข้อมูลที่ทำการเก็บมานั้น ช่วงเวลาห่างของการมาถึงของผู้ป่วยห่างกัน 1 ชั่วโมง ใส่ค่าของรูปแบบการแจกแจงของอัตราการเข้ามาโดยเฉลี่ยของผู้ป่วยที่ได้ทำการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Input Analyzer ดังตารางที่ 3.3 ลงในส่วนของ Durations การกำหนดค่าอัตราการเข้ามาโดยเฉลี่ยของผู้ป่วยในแต่ละช่วงเวลาลงใน Schedule Spread sheet Module แสดงดังภาพที่ 3.7



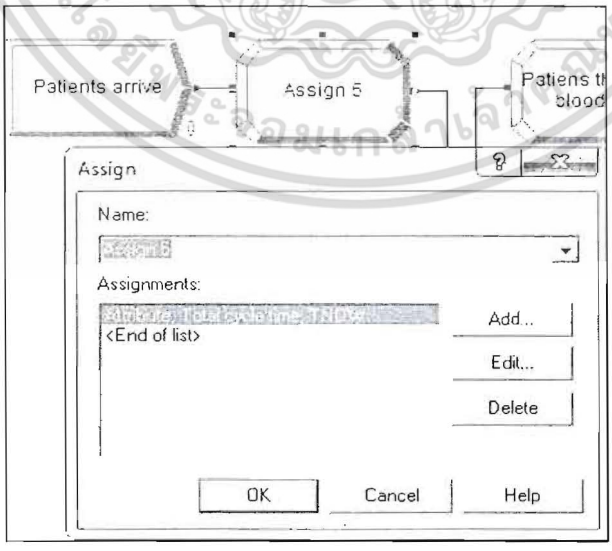

**ภาพที่ 3.6** การสร้างผู้ป่วยเข้ามาในระบบด้วยคำสั่ง Create Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




ภาพที่ 3.7 กำหนดค่าอัตราการเข้ามาโดยเฉลี่ยของผู้ป่วยในแต่ละช่วงเวลาลงใน Schedule Spreadsheet Module

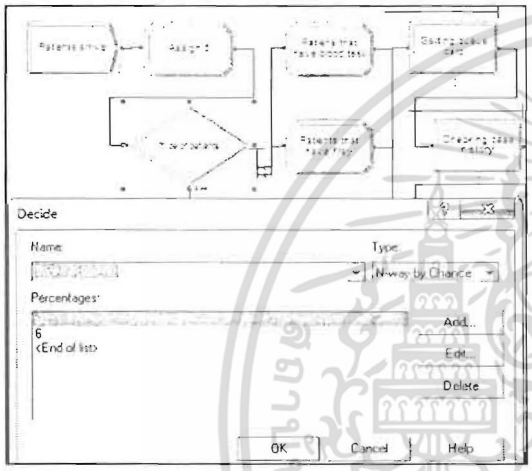
3. การกำหนดคุณสมบัติประจำตัว (Attribute) ให้แก่ผู้ป่วย (Entity) โดยใช้คำสั่ง Assign ตั้งชื่อ Attribute ตามต้องการ ใส่สูตร TNOW ซึ่งหมายถึงเวลาปัจจุบันที่ปรากฏบนแบบจำลอง โดยเมื่อผู้ป่วยเข้ามาในโมดูลนี้ จะมีเวลาปัจจุบันขณะที่เข้าสู่โมดูลนี้ติดตัวผู้ป่วยคนนั้นๆ ไป ซึ่งค่าเวลาปัจจุบันนี้จะถูกเก็บไว้ในคุณสมบัติ Attribute ตามชื่อที่ได้ตั้งไว้ ขั้นตอนกำหนดคุณสมบัตรประจำตัวให้แก่ผู้ป่วยแสดงในภาพที่ 3.8



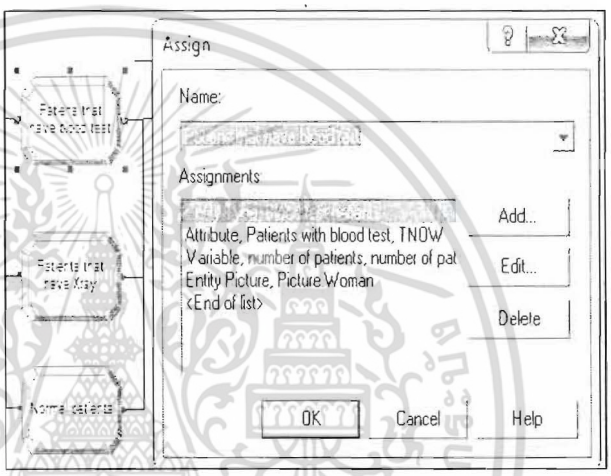

**ภาพที่** 3.8 การกำหนดคุณสมบัติประจำตัวให้แก่ผู้ป่วย โดยใช้คำสั่ง Assign

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การแบ่งผู้ป่วยออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ผู้ป่วยที่ต้องเจาะเลือดก่อนพบแพทย์ ผู้ป่วยที่ต้องเอ็กซเรย์ก่อนพบแพทย์ และผู้ป่วยทั่วไปที่ไม่มีเจาะเลือดและเอ็กซเรย์ด้วย Decide Module ตั้งชื่อโมดูลตามต้องการ ในส่วนของประเภท (Type) เลือก N-way by Change ใส่ค่าเปอร์เซ็นต์ของผู้ป่วยแต่ละประเภทที่ได้ทำการแบ่งไว้ดังภาพที่ 3.2 ลงในส่วนของ Percentages จากนั้น ใช้คำสั่ง Assign กำหนดค่าให้แก่ผู้ป่วยทั้ง 3 ประเภท ตามเงื่อนไขที่ได้ตั้งไว้ ซึ่งประกอบไปด้วย Entity Type (การตั้งชื่อใหม่ให้แก่วัตถุ) Attribute (การใส่ค่าคุณสมบัติประจำตัววัตถุ) Variable (การตั้งชื่อให้กับตัวแปรที่จะได้รับค่าตัวแปรเมื่อวัตถุเข้าสู่โมดูล) และ Entity Picture (การเลือกภาพแทนตัววัตถุ) การแบ่งผู้ป่วยออกเป็น 3 ประเภท และการกำหนดค่าให้ผู้ป่วยแต่ละประเภท แสดงดังภาพที่ 3.9 และ 3.10 ตามลำดับ




ภาพที่ 3.9 การแบ่งผู้ป่วยออกเป็น 3 ประเภทด้วยคำสั่ง Decide Module




ภาพที่ 3.10 การกำหนดค่าให้ผู้ป่วยแต่ละประเภทด้วยคำสั่ง Assign Module

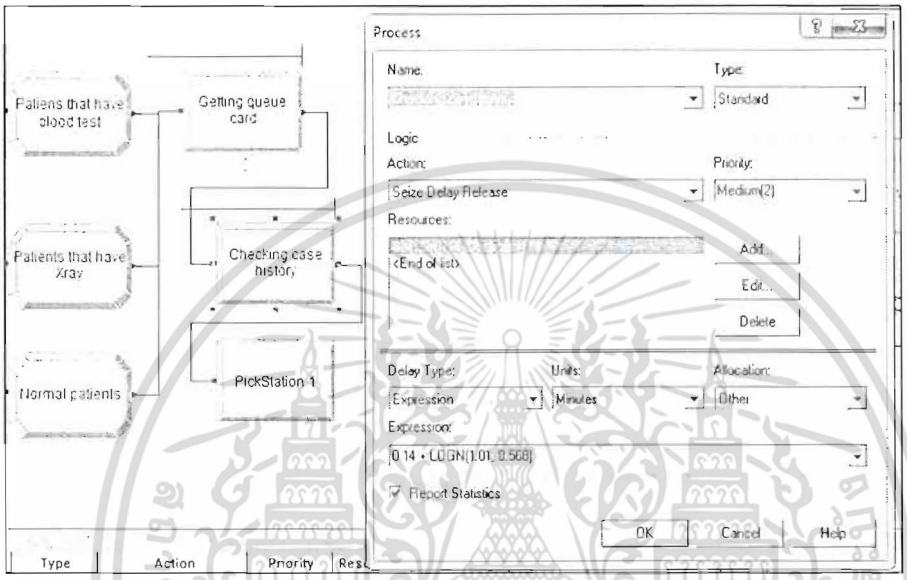
### 3.4.2 การจำลองการให้บริการผู้ป่วย

ในการจำลองหน่วยให้บริการย่อยภายในแผนกผู้ป่วยนอกอายุรกรรม สำหรับการให้บริการผู้ป่วยสามารถทำได้โดยนำรูปแบบการแจกแจงของข้อมูลเวลาในการให้บริการที่จุดต่างๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Data Input Analyzer ดังที่แสดงในตารางที่ 3.4 ป้อนเข้าสู่ระบบที่ได้จำลองขึ้น

1. โดยส่วนใหญ่แล้วในการจำลองจุดให้บริการต่างๆ แก่ผู้ป่วยนั้นจะใช้คำสั่ง Process Module ในการจำลอง ภาพที่ 3.11 เป็นตัวอย่างการจำลองจุดให้บริการซักประวัติผู้ป่วย โดยใช้คำสั่ง Process Module ทำการตั้งชื่อโมดูลตามต้องการ ที่ส่วน Action กำหนดเป็น Seize Delay Release เนื่องจากมีการใช้ทรัพยากร (Resources) ซึ่งในที่นี้คือพยาบาล จำนวน 6 คน ที่จะทำหน้าที่ซักประวัติผู้ป่วย เนื่องจากในจุดซักประวัติของทางแผนกอายุรกรรมนั้น พยาบาลที่ประจำมีหน้าที่ต่างกัน พยาบาลจำนวน 4 คน จะมีหน้าที่ซักประวัติตั้งแต่ 7:00 น. – 8:30 น. แล้วจะเปลี่ยนหน้าที่ไปทำบัตรนัดใหม่ให้ผู้ป่วยที่ตรวจเสร็จแล้ว พยาบาลอีก 1 คน ที่เหลือจะทำหน้าที่ซักประวัติตลอดการทำการ ตั้งแต่ 6:30 น. – 16:00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ถ้าหากไม่มีผู้ป่วยใหม่เข้ามาซักประวัติ พยาบาลคนนี้จะช่วยพยาบาลอีก 4 คน ทำบัตรนัดใหม่ให้ผู้ป่วยที่ตรวจเสร็จแล้ว ในการจำลองจึงจำเป็นต้องแยกประเภทของพยาบาลที่จุดนี้ออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ โดยการกำหนดค่าของ Resources เป็นแบบ Set ส่วนเวลาในการให้บริการที่จุดซักประวัตินั้น ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์รูปแบบการแจกแจงไว้แล้ว ดังนั้นที่ส่วน Delay Type จึงต้องกำหนดค่าเป็น Expression ซึ่งจะทำให้สามารถใส่รูปแบบการแจงแจงตามที่ได้วิเคราะห์เอาไว้

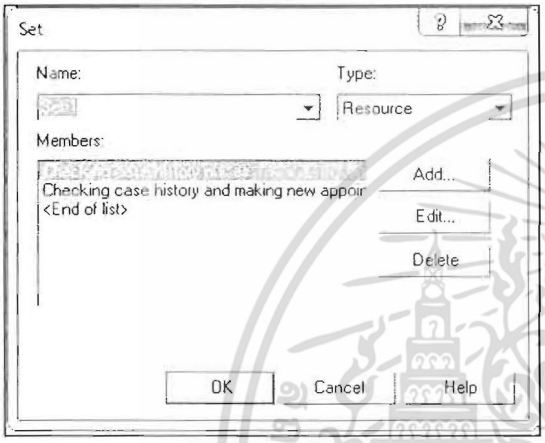



ภาพที่ 3.11 การจำลองจุดให้บริการซักประวัติผู้ป่วย โดยใช้คำสั่ง Process Module

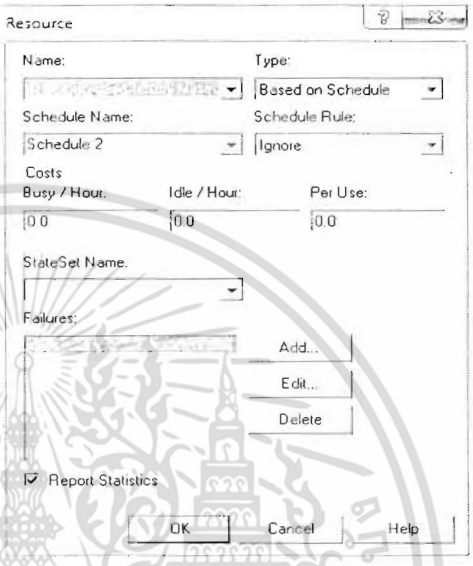
2. ในส่วนของ Set Spreadsheet Module เลือกรูปแบบ (Type) เป็นแบบทรัพยากร (Resource) ทำการเพิ่มทรัพยากรอันได้แก่ พยาบาลที่ทำหน้าที่ซักประวัติอย่างเดียว (Checking Case History Nurses) จำนวน 4 คน และพยาบาลที่มีหน้าที่ 2 หน้าที่คือซักประวัติและทำบัตรนัดใหม่ให้ผู้ป่วย (Checking Case History and Making New Appointment Card Nurse) จำนวน 1 คน ดังแสดงในภาพที่ 3.12 ซึ่งในการใส่จำนวนทรัพยากรนั้น จะต้องใส่ในส่วนของ Resources Spreadsheet Module ดังแสดงในภาพที่ 3.13 ซึ่งเป็นตัวอย่างในส่วนของพยาบาลที่ทำการซักประวัติอย่างเดียว โดยพยาบาลจะทำงานตั้งแต่ 7:00 น. – 8:30 น. เท่านั้น จากนั้นจะเปลี่ยนหน้าที่ จึงต้องตั้งค่ารูปแบบเป็นแบบ Schedule เพื่อกำหนดเวลาในการทำงานของทรัพยากร ตั้งชื่อ Schedule ตามต้องการ จากนั้นเข้าไปที่ Schedule Spreadsheet Module ดังภาพที่ 3.14 ตั้งค่าในส่วนของ Format Type เป็นแบบช่วงเวลา (Duration) และ เลือกรูปแบบ (Type) เป็น Capacity เพื่อใส่ค่าเป็นจำนวนของทรัพยากร ในส่วนของ Duration เราสามารถเลือกใส่ค่าได้ว่าในแต่ละช่วงเวลามีทรัพยากรทำงานอยู่เป็นจำนวนเท่าใด ในระบบที่ผู้วิจัยได้ทำการจำลองขึ้นนี้ ในส่วนของพยาบาลที่ทำหน้าที่ซักประวัติอย่าเดียวนั้น เริ่มทำงานที่เวลา 7:00 น. โดยในแบบจำลองนี้ได้ตั้งค่าไว้ให้เริ่มที่เวลา 6:00 น. ดังนั้นที่เวลา 6:00 น. จึงไม่มีพยาบาลซักประวัติอยู่ ค่าที่ใส่จึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็น (0,1) ซึ่งค่า 0 คือจำนวนทรัพยากรที่มีในขณะนั้น ส่วน 1 คือช่วงเวลาที่ทรัพยากรอยู่ในระบบคือ 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นพยาบาลทั้ง 4 คน จะทำงานตั้งแต่ 7:00 น.- 8:30 น. เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที ค่าที่ใส่จึงเป็น (4,1.5) ค่า 4 หมายถึงจำนวนพยาบาลที่มีหน้าที่ซักประวัติอย่างเดียวจำนวน 4 คน และ 1.5 หมายถึง ทำงาน 1 ชั่วโมง 30 นาที หลังจากนั้นพยาบาลทั้ง 4 คนนี้จะเปลี่ยนหน้าที่ไปทำบัตรนัดให้ผู้ป่วยจนถึงเวลาปิดทำการ ค่าที่ใส่จึงเป็น (0,7.5)



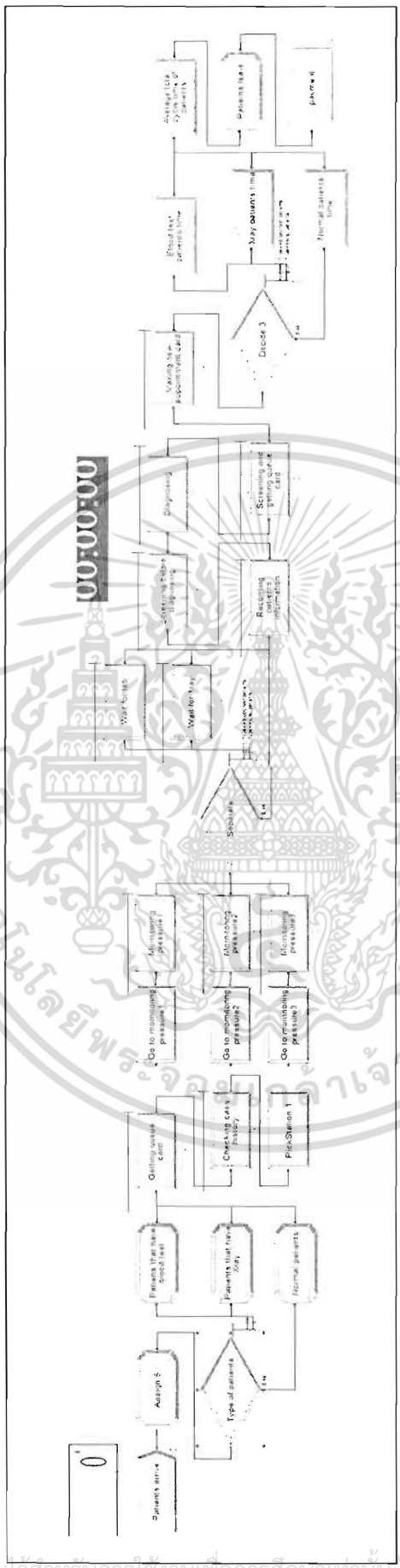

**ภาพที่ 3.12** การแบ่งทรัพยากร ประเภทของพยาบาลออกเป็น 2 ประเภทด้วยคำสั่ง Set Spreadsheet Module




**ภาพที่ 3.13** การกำหนดรูปแบบการทำงานของทรัพยากรด้วยคำสั่ง Resource Spreadsheet Module

**ภาพที่ 3.14** การกำหนดจำนวนทรัพยากรในช่วงเวลาต่างๆ ด้วยคำสั่ง Schedule Spreadsheet Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.15 แบบจำลองระบบการทำงานของแผนกอายุรกรรมที่ผู้วิจัยได้ทำการจำลองด้วยโปรแกรม Arena Version 10.0 ที่เสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การกำหนดจำนวนรอบการจำลองสถานการณ์

ในการจำลองสถานการณ์นั้น จำเป็นต้องมีการกำหนดรอบของการรัน (Run) หรือการประมวลผลให้เพียงพอเพื่อลดความแปรปรวนของผลลัพธ์ การหาจำนวนรอบสามารถหาได้ดังนี้

$$R = \left( \frac{t_{\frac{\alpha}{2},\, R_0 - 1} S_0}{\varepsilon} \right)^2$$

โดย R คือ จำนวนรอบในการจำลองสถานการณ์

$t_{\frac{\alpha}{2},\, R_0 - 1}$ คือ ค่าการแจกแจง t ที่ความเชื่อมั่น $1-\alpha$ และองศาอิสระ

$S_0$ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้จากการจำลองเบื้องต้น

$\varepsilon$ คือ ค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้

หรือใช้การประมาณจำนวนรอบการจำลองสถานการณ์จาก

$$(R) \cong R_0 \left( \frac{h_0^2}{h^2} \right)$$

โดย $h_0$ คือค่า Half Width จากการกำหนดรอบการจำลองเบื้องต้น $R_0$

h คือค่า Half Width ที่ยอมรับได้

จากการจำลองระบบการทำงานของแผนกผู้ป่วยนอกอายุรกรรม ในการจำลองสถานการณ์ต้องมีการกำหนดจำนวนรอบในการรันซ้ำ (Number of Replications) ที่เพียงพอเพื่อลดความแปรปรวนของผลลัพธ์ โดยข้อกำหนดของทางโรงพยาบาล กำหนดให้เวลารวมเฉลี่ยในระบบมีค่า Half Width ที่ยอมรับได้คือ 15 นาที ผู้วิจัยกำหนดรอบในการประมวลผลเบื้องต้น ($R_0$) เท่ากับ 5 รอบ เมื่อทำการประมวลผลระบบที่ได้จำลองขึ้น 5 รอบ ได้ผลลัพธ์เวลารวมเฉลี่ยในระบบของผู้ป่วยแต่ละประเภทแสดงในภาพที่ 3.16

| Total Time | Average | Half Width | Minimum Average | Maximum Average | Minimum Value | Maximum Value |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Blood test patients | 257.53 | 17.71 | 240.45 | 272.06 | 161.31 | 309.75 |
| General Patients | 151.42 | 9.10 | 146.52 | 163.70 | 40.0580 | 194.42 |
| Xray patients | 226.89 | 24.01 | 207.04 | 254.98 | 106.64 | 300.53 |

**ภาพที่** 3.16 ผลลัพธ์ของเวลารวมเฉลี่ยในระบบของคนไข้ทั้ง 3 ประเภท ที่ได้จากการประมวลผล 5 รอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 3.16 เนื่องจากผู้ป่วยที่ต้องแยกไปเอ็กซเรย์มีค่า Half Width มากที่สุด (24.01 นาที) ดังนั้นในการลดความแปรปรวนให้ค่า Half Width มีค่าไม่เกิน 15 นาที ตามที่โรงพยาบาลกำหนดไว้ จึงต้องคำนวณหาจำนวนรอบในการรันประมวลผลซ้ำ (R) โดยค่า $h_0$ จากระบบมีค่า 24.01 นาที และค่า h ที่ยอมรับได้มีค่า 15 นาที

$$\text{จำนวนรอบในการประมวลผลซ้ำ (R)} \cong 5 \times (24.01^2 / 15^2)$$

$$\cong 12.81 \text{ รอบ}$$

ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณ ต้องทำการประมวลผลระบบที่ได้จำลองขึ้น 12.81 รอบ ผู้วิจัยจึงได้กำหนดรอบในการประมวลผลเป็น 13 รอบ

## 3.6 การตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง

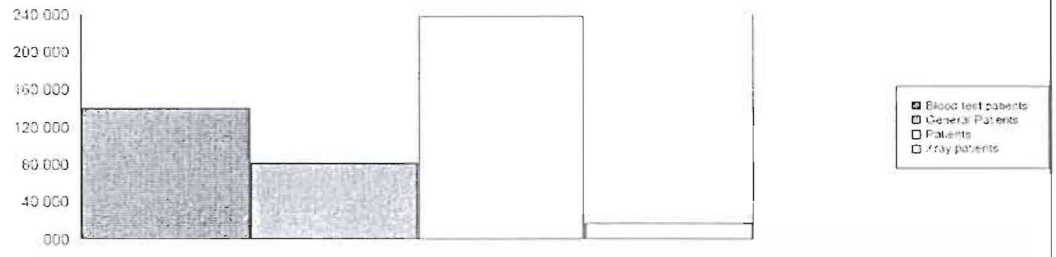
หลังจากการรันประมวลผลซ้ำ 13 รอบ ก่อนที่จะนำแบบจำลองที่สร้างขึ้นไปใช้อธิบายระบบการทำงานจริงนั้นต้องมีการตรวจสอบความถูกต้อง (Model Verification) และความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง (Model Validation) ก่อนที่จะนำระบบจำลองที่ได้สร้างขึ้นไปใช้เป็นตัวแทนของระบบจริง

### 3.6.1 การตรวจสอบความถูกต้อง

ในการตรวจสอบความถูกต้อง (Model Verification) ของตัวแบบจำลองที่ผู้วิจัยได้จำลองขึ้นนั้น สามารถทำได้โดยการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ป้อนให้แก่ตัวแบบจำลอง และภาพเคลื่อนไหวที่แสดงเส้นทางการเดินของผู้ป่วยแต่ละประเภท ทางแผนกผู้ป่วยนอกอายุรกรรมนั้น สามารถให้บริการแก่ผู้ป่วยนัดทั้ง 250 คน ได้ครบทุกคน โดยไม่มีผู้ป่วยคนใดไม่ได้รับการตรวจรักษาภายในวันที่นัดและต้องกลับมาทำการตรวจรักษาใหม่ในวันถัดไป ดังนั้นจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามาในระบบจึงต้องมีค่าเท่ากับจำนวนผู้ป่วยที่ออกจากระบบ ผลลัพธ์จำนวนผู้ป่วยที่เข้ามาในระบบและออกจากระบบ จากแบบจำลองที่ผู้วิจัยได้ทำการสร้างนั้น แสดงในภาพที่ 3.17 พบว่าจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามาในระบบ (Number In) มีค่าเท่ากับจำนวนผู้ป่วยที่ออกจากระบบ (Number Out) แสดงให้เห็นว่าระบบที่ได้จำลองขึ้น สามารถรองรับผู้ป่วยได้ครบทุกคนโดยไม่มีผู้ป่วยคนใดติดค้างอยู่ในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| Number In | Average | Half Width | Minimum Average | Maximum Average |
|---|---|---|---|---|
| Blood test patients | 140.23 | 8.70 | 107.00 | 158.00 |
| General Patients | 81.9231 | 5.41 | 72.0000 | 96.0000 |
| Patients | 238.69 | 8.93 | 210.00 | 250.00 |
| Xray patients | 16.5385 | 2.32 | 11.0000 | 24.0000 |




| Number Out | Average | Half Width | Minimum Average | Maximum Average |
|---|---|---|---|---|
| Blood test patients | 140.23 | 8.70 | 107.00 | 158.00 |
| General Patients | 81.9231 | 5.41 | 72.0000 | 96.0000 |
| Patients | 238.69 | 8.93 | 210.00 | 250.00 |
| Xray patients | 16.5385 | 2.32 | 11.0000 | 24.0000 |

**ภาพที่ 3.17** ผลลัพธ์ของจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามาในระบบและออกจากระบบ จากการประมวลผลซ้ำ 13 รอบ

### 3.6.2 การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง

ในการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง (Model Validation) จะใช้การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลอง เปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากระบบจริงของโรงพยาบาล ด้วยวิธี Welch Confidence Interval ที่ความเชื่อมั่นที่ 95% เพื่อทดสอบว่า ข้อมูลที่ได้จากระบบจริงนั้นอยู่ภายใต้ช่วง 95% CI ของข้อมูลที่ได้จากระบบจำลองผลจากการทดสอบ โดยทำการเปรียบเทียบเวลารวมในระบบโดยเฉลี่ยของผู้ป่วยแต่ละประเภท ผลลัพธ์เวลารวมเฉลี่ยในระบบของผู้ป่วยทั้ง 3 ประเภท แสดงในภาพที่ 3.18

| Total Time | Average | Half Width | Minimum Average | Maximum Average | Minimum Value | Maximum Value |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Blood test patients | 262.71 | 10.39 | 240.45 | 295.32 | 141.90 | 330.84 |
| General Patients | 157.85 | 5.39 | 146.52 | 175.16 | 25.3615 | 211.59 |
| Xray patients | 230.00 | 11.17 | 207.04 | 258.62 | 106.64 | 316.79 |

**ภาพที่ 3.18** ผลลัพธ์เวลารวมเฉลี่ยในระบบของผู้ป่วยแต่ละประเภท ที่การประมวลผลซ้ำ 13 รอบ

เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลจริงที่ได้จากโรงพยาบาล แสดงดังตารางที่ 3.5 ในส่วนของเวลารวมเฉลี่ยในระบบปัจจุบันนั้น ได้มาจากการเก็บข้อมูลด้วยใบเก็บเวลา โดยได้รับความร่วมมือจากทางพยาบาล เป็นเวลาทั้งสิ้น 1 เดือนเวลารวมเฉลี่ยในระบบปัจจุบันของผู้ป่วยที่ต้องเจาะเลือดก่อนพบแพทย์ ผู้ป่วยที่ต้องเอ็กซเรย์ก่อนพบแพทย์ และผู้ป่วยทั่วไป มีค่า 271 นาที 163 นาที และ 238 นาที ตามลำดับ จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงให้เห็นว่าข้อมูลเวลารวมในระบบโดยเฉลี่ยที่ของผู้ป่วยทั้ง 3 ประเภท ที่ได้มาจากระบบปัจจุบันของทางโรงพยาบาลนั้น อยู่ภายใต้ช่วง 95% Cl ของข้อมูลที่ได้จากระบบจำลองโดยมีการประมวลผลซ้ำ 13 รอบดังภาพที่ 3.18 โดยคำนวณจาก Average Total Time ± Half Width จึงสามารถสรุปได้ว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นกับระบบจริงของทางโรงพยาบาลไม่แตกต่างกัน เนื่องจากค่าเฉลี่ยเวลารวมในระบบของผู้ป่วยนัดแต่ละประเภทที่ได้จากระบบปัจจุบันนั้น อยู่ภายใต้ช่วง 95% Cl ของระบบที่ได้จำลองขึ้น ดังนั้นแบบจำลองนี้สามารถนำมาใช้อธิบายการทำงานของระบบปัจจุบันของทางโรงพยาบาลได้

**ตารางที่ 3.5** อธิบายการเปรียบเทียบข้อมูลเวลารวมเฉลี่ยในระบบปัจจุบันและระบบที่ได้จากการจำลอง

| ประเภทของผู้ป่วยนัด | เวลารวมเฉลี่ยในระบบปัจจุบัน (นาที) | เวลารวมเฉลี่ยในระบบจำลอง (นาที) ( 95% Confidence Interval ) |
|---|---|---|
| ผู้ป่วยที่ต้องเจาะเลือด | 271 | 252.32 – 273.1 |
| ผู้ป่วยที่ต้องเอ็กซเรย์ | 163 | 152.46 – 163.24 |
| ผู้ป่วยทั่วไป | 238 | 218.83 – 241.17 |

### 3.7 ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองระบบแผนกผู้ป่วยนอกอายุรกรรม

#### 3.7.1 เวลารอคอยในแต่ละจุดบริการ

ผลลัพธ์เวลารอคอยของระบบที่ได้จำลองขึ้นจากการประมวลผลซ้ำ 13 รอบ ที่จุดให้บริการต่างๆ แสดงดังภาพที่ 3.19 สามารถนำมาเขียนให้อยู่ในรูปของแผนภูมิกราฟแท่ง (Histogram) ดังภาพที่ 3.20 จากแผนภูมิ พบว่าที่จุดซักประวัติ ผู้ป่วยใช้เวลารอคอยเฉลี่ยนานที่สุดเฉลี่ย 32.07 นาที และรองลงมาคือจุดตรวจวินิจฉัยโรค ผู้ป่วยใช้เวลารอคอยเฉลี่ย 23.85 นาที การที่ผู้ป่วยต้องเสียเวลารอคอยที่จุดซักประวัตินาน เป็นเพราะผู้ป่วยมาก่อนเวลาทำการนานมาก เนื่องจากเวลานัดของทางโรงพยาบาลเป็นแบบนัดผู้ป่วยมาพร้อมกันทีเดียวในช่วงเวลา 6:00 น.- 12:00 น. ผู้ป่วยส่วนใหญ่จึงมาก่อนเวลา 6:00 น. เพื่อมาต่อคิวรอกดบัตรคิวให้ได้คิวแรกๆ จากนั้นผู้ป่วยก็ต้องเสียเวลารอคอยจนกว่าจะถึงเวลา 7:00 น. พยาบาลถึงจะเริ่มเรียกผู้ป่วยมาซักประวัติ ในส่วนของการรอตรวจวินิจฉัย ผู้ป่วยต้องรอนาน สาเหตุเป็นเพราะแพทย์ลงตรวจไม่เป็นเวลา หรือมาถึงห้องตรวจในเวลาที่สาย เนื่องจากติดธุระต่างๆ จึงทำให้ผู้ป่วยต้องรอจนกว่าแพทย์จะมาถึงห้องตรวจ

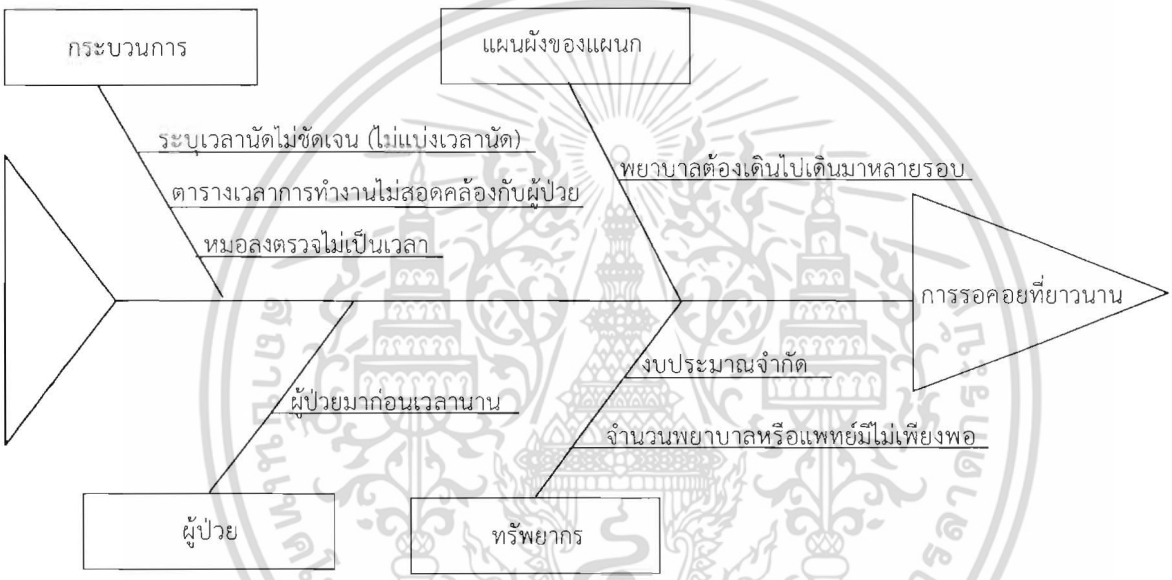
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้บริการให้ดียิ่งขึ้น เพื่อที่จะสามารถลดระยะเวลารอคอยต่างๆ ลง และทำให้เวลารวมเฉลี่ยในระบบของผู้ป่วยประเภทต่างๆ ลดลงได้มากกว่า1ชั่วโมงให้ได้ตามที่ตั้งเป้าหมายเอาไว้

### 3.8 การวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้ผู้ป่วยมีเวลารวมเฉลี่ยในระบบนาน

สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาการรอคอยนั้นเกิดได้จากหลากหลายสาเหตุ ทั้งที่เกิดจากตัวผู้ป่วยเอง หรืออาจเกิดจากระบบการให้บริการของทางโรงพยาบาล หรืออาจเกิดจากตัวของแพทย์และพยาบาลก็เป็นได้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และแยกสาเหตุที่ทำให้เกิดการรอคอยที่ยาวนาน โดยใช้แผนผังเหตุและผล (Causes and Effect Diagram) ดังแสดงในภาพที่ 3.21




ภาพที่ 3.21 แผนผังเหตุและผลแสดงสาเหตุที่ทำให้เกิดการรอคอยที่ยาวนาน

จากแผนผังเหตุและผล ผู้วิจัยสามารถแบ่งสาเหตุที่ทำให้เกิดการรอคอยที่ยาวนาน ออกเป็น 4 สาเหตุใหญ่ๆ ได้แก่ สาเหตุที่เกิดจากกระบวนการให้บริการของแผนกอายุรกรรม สาเหตุจากตัวผู้ป่วยเอง สาเหตุจากรูปแบบการจัดวางแผนผังของแผนก และสาเหตุจากทรัพยากรของทางแผนก

#### 3.8.1 สาเหตุที่เกิดจากกระบวนการให้บริการของแผนกอายุรกรรม

1. แผนกอายุรกรรมมีระบบนัดที่ไม่ชัดเจน นัดผู้ป่วยมาเวลาเดียวกันทั้งหมด ไม่มีการกระจายแบ่งนัดผู้ป่วยออก เป็นช่วงเวลา จึงทำให้ผู้ป่วยส่วนใหญ่มาพร้อมกันในเวลาเดียวกัน และมาก่อนเวลาเปิดให้บริการ ผู้ป่วยจึงต้องยืนต่อคิวรอนาน ดังแสดงในภาพที่ 3.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.22 ภาพของผู้ป่วยแผนกอายุรกรรมที่ส่วนใหญ่มาก่อนเวลานาน

2. แพทย์ของทางแผนกอายุรกรรมมีการลงตรวจที่ไม่ตรงเวลา มาถึงห้องตรวจสาย สาเหตุอาจเป็นเพราะว่า แพทย์ที่ตรวจติดธุระจากการเข้าเวร หรือตรวจเยี่ยมผู้ป่วยในอยู่ จึงทำให้ลงมาที่ห้องตรวจของทางแผนกอายุรกรรมช้า เป็นสาเหตุให้ผู้ป่วยอายุรกรรมต้องรอจนกว่าแพทย์จะมาถึงจะได้รับการรักษา ภาพที่ 3.23 แสดงรูปผู้ป่วยอายุรกรรมที่ต้องรอแพทย์ตรวจวินิจฉัย

ภาพที่ 3.23 ภาพผู้ป่วยอายุรกรรมที่ต้องรอแพทย์ตรวจวินิจฉัย

3. เกิดจากตารางเวลาการทำงานของแพทย์และพยาบาลไม่สอดคล้องกับผู้ป่วย ผู้ป่วยมาถึงที่โรงพยาบาลแต่แพทย์ และพยาบาลยังไม่สามารถให้บริการผู้ป่วยได้ ตารางเวลาการทำงานอาจจำเป็นต้องถูกปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับผู้ป่วยมากกว่าเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8.2 สาเหตุจากตัวผู้ป่วยเอง

ผู้ป่วยส่วนใหญ่มีความคิดที่ว่า ต้องมาก่อนเวลาเป็นเวลานาน มาต่อคิวกดบัตรคิวได้คิวเบอร์แรกๆ เพื่อที่จะได้รับการรักษาก่อนแล้วจะสามารถกลับบ้านได้เร็ว แต่ในความเป็นจริงการที่ต้องไปก่อนเวลาเปิดทำการเป็นเวลานาน จะทำให้ผู้ป่วยรู้สึกว่าตนเองต้องรอนาน กว่าพยาบาลจะเรียกตรวจซักประวัติ กว่าแพทย์จะลงมาที่ห้องตรวจ ทำให้ผู้ป่วยบางรายเกิดความไม่พอใจ และคิดว่าการให้บริการของโรงพยาบาลไม่เป็นมาตรฐาน ต่างจากผู้ป่วยที่มาในช่วงสายที่ไม่จำเป็นต้องรอแพทย์ลงตรวจ หรือรอพยาบาลเริ่มงาน ทำให้อาจเสร็จสิ้นขั้นตอนตรวจรักษาในเวลาใกล้เคียงกับผู้ป่วยที่มาก่อนเวลาทำการได้

3.8.3 สาเหตุจากรูปแบบการจัดวางแผนผังของแผนก

รูปแบบการจัดวางผังการทำงานของทางแผนกอายุรกรรมทำให้เกิดปัญหาในส่วนที่ทำให้พยาบาลต้องเดินสวนกันไปมา เดินกลับไปกลับมาหลายต่อหลายครั้งต่อวัน เช่น พยาบาลที่จุดลงบันทึกประวัติผู้ป่วยต้องเดินไปเอาใบซักประวัติผู้ป่วยมาจากจุดซักประวัติและวัดความดันซึ่งตั้งอยู่ห่างออกไป ทำให้เกิดการเสียเวลาในการเดินไปมา การเดินไปเดินมาหลายครั้งต่อวันอาจทำให้พยาบาลเกิดความเมื่อยล้า หรือรู้สึกเหนื่อยได้

3.8.4 สาเหตุจากทรัพยากรของทางแผนก

โรงพยาบาลสมุทรปราการเป็นโรงพยาบาลของทางภาครัฐ ซึ่งให้ความช่วยเหลือคนยากจน จึงมีการให้สิทธิพิเศษต่างๆ แก่ผู้ป่วย เช่น บัตรทอง 30 บาทรักษาทุกโรค เป็นต้น จึงทำให้มีงบประมาณในการซื้ออุปกรณ์ทางการแพทย์ หรือต่อเติมอาคารรักษาผู้ป่วยต่างๆ ที่จำกัด รวมทั้งจำนวนแพทย์และพยาบาลนั้นมีจำกัด เนื่องจากแพทย์และพยาบาลเป็นที่ต้องการมาก และจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับการรักษาต่อวันนั้นมีมากมาย จึงทำให้แพทย์และพยาบาลมีไม่เพียงพอต่อการรองรับผู้ป่วย

3.9 การออกแบบแนวทางในการปรับปรุง

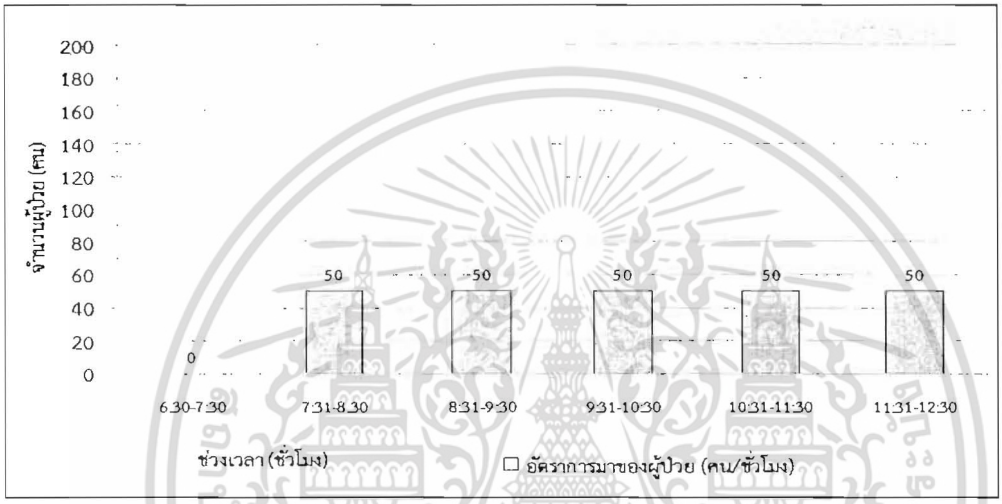
จากสาเหตุต่างๆ ที่ทำให้ผู้ป่วยมีการรอคอยที่ยาวนานจนทำให้มีเวลารวมเฉลี่ยในระบบที่นานนั้น จากการวิเคราะห์ส่วนใหญ่เกิดขึ้นมาจากการที่ผู้ป่วยเข้ามารับการรักษา ก่อนเวลาเปิดทำการนาน เนื่องจากระบบนัดของทางโรงพยาบาลนั้นไม่ชัดเจน และไม่มีการกระจายแยกนัดผู้ป่วยออกเป็นกลุ่มย่อย ผู้วิจัยจึงได้ทำการออกแบบการปรับปรุงออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. การปรับเปลี่ยนระบบการนัดผู้ป่วยใหม่เป็นกระจายนัดผู้ป่วยออกเป็นกลุ่มในแต่ละช่วงเวลา
2. การปรับเปลี่ยนตารางการทำงานของแพทย์และพยาบาลให้สอดคล้องกับผู้ป่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9.1 การปรับเปลี่ยนระบบการนัดผู้ป่วยใหม่เป็นกระจายนัดผู้ป่วยออกเป็นกลุ่มในแต่ละช่วงเวลา

จากเดิมระบบนัดของทางแผนกอายุรกรรมนัดผู้ป่วยทั้ง 250 ราย ให้มาในเวลา 6:00 น. - 12:00 น. โดยไม่มีการแบ่งนัด หรือระบุเวลานัดที่ชัดเจนให้แก่ผู้ป่วยแต่ละราย ทำให้ผู้ป่วยส่วนใหญ่มาในเวลาเดียวกัน ทำให้เกิดจำนวนคิว และเกิดการรอคอยขึ้น ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบปรับเปลี่ยนระบบนัดของทางโรงพยาบาลขึ้นใหม่ โดยกระจายนัดผู้ป่วยออกเป็นกลุ่มย่อยในแต่ละช่วงเวลา โดยแบ่งช่วงเวลาออกเป็น 5 ช่วง ช่วงละ 1 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 7:30 น. - 12:00 น. และแบ่งนัดผู้ป่วยให้มาชั่วโมงละ 50 คน ดังแสดงในภาพที่ 3.24




ภาพที่ 3.24 แผนภูมิแสดงอัตราการเข้ามาของผู้ป่วยของระบบใหม่ที่ปรับปรุงขึ้น (คน/ชั่วโมง)

3.9.2 การปรับเปลี่ยนตารางการทำงานของแพทย์และพยาบาลให้สอดคล้องกับผู้ป่วย

เนื่องจากระบบนัดใหม่ผู้ป่วยกลุ่มแรกระบุเวลานัดที่เวลา 7:30 น. ดังนั้นจากเดิมพยาบาลเริ่มทำงานที่เวลา 7:00 น. - 16:00 น. ทำงานเป็นเวลา 9 ชั่วโมง ระบบใหม่ที่ถูกปรับปรุงขึ้นทำให้พยาบาลไม่จำเป็นต้องเริ่มงานตั้งแต่เวลา 7:00 น. ผู้วิจัยจึงได้ทำการปรับเปลี่ยนเวลาการทำงานของพยาบาลให้เริ่มทำงานเวลา 7:30 น. - 16:00 น. ลดเวลาการทำงานลง 30 นาที และลดหน้าที่ของพยาบาลที่จุดซักประวัติพยาบาลที่ต้องทำหน้าที่ซักประวัติก่อนเวลาตั้งแต่เวลา 6:30 น. ให้เริ่มทำงานพร้อมกับพยาบาลคนอื่นๆ ที่เวลา 7:30 น. เป็นการลดภาระการทำงานของพยาบาลลงได้ ตารางการทำงานของแพทย์และพยาบาลที่จำลองขึ้นใหม่เปรียบเทียบกับตารางการทำงานในปัจจุบันแสดงดังตารางที่ 3.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.6 เวลาการทำงานของแพทย์และพยาบาลที่จำลองขึ้นใหม่เปรียบเทียบกับระบบในปัจจุบัน

| สถานีงาน | จำนวนให้บริการระบบปัจจุบัน | จำนวนให้บริการระบบใหม่ | เวลาทำการระบบปัจจุบัน | เวลาทำการระบบใหม่ |
|---|---|---|---|---|
| กดบัตรคิว | 1 | 1 | 6:00 น. - 12:00 น. | 7:00 น. - 12:30 น. |
| ซักประวัติ | 5 | 5 | 6:30 น. - 16:00 น. 1 จุดบริการ<br>7:00 น. - 8:30 น. 4 จุดบริการ | 7:30 น. - 16:00 น. 1 จุดบริการ<br>7:30 น. - 8:30 น. 4 จุดบริการ |
| วัดความดัน | 1 | 1 | 7:00 น. - 16:00 น. | 7:30 น. - 16:00 น. |
| บันทึกประวัติ | 1 | 1 | 7:00 น. - 16:00 น. | 7:30 น. - 16:00 น. |
| คัดกรองก่อนตรวจ | 3 | 3 | 7:00 น. - 16:00 น. | 7:30 น. - 16:00 น. |
| ตรวจวินิจฉัย | 6 | 6 | 8:30 น. - 15:30 น. 2 ห้อง<br>9:00 น. - 15:30 น. 4 ห้อง | 8:30 น. - 15:30 น. 2 ห้อง<br>9:00 น. - 15:30 น. 4 ห้อง |
| คัดกรองหลังตรวจ | 1 | 1 | 7:00 น. - 16:00 น. | 7:30 น. - 16:00 น. |
| รับบัตรนัดใหม่ | 5 | 5 | 8:30 น. - 16:00 น. | 8:30 น. - 16:00 น. |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4
# ผลการทดลอง

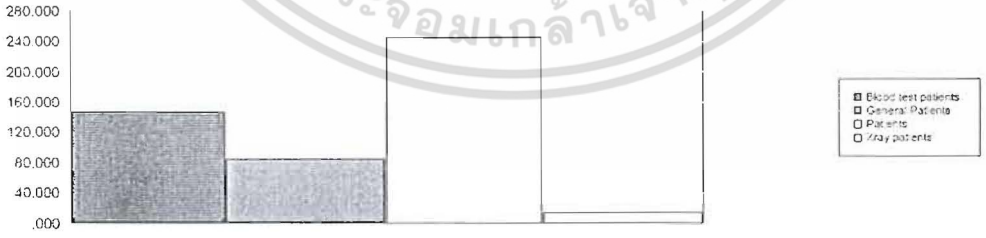
ผู้วิจัยจะกล่าวถึงผลการจำลองสถานการณ์ของแนวทางในการปรับปรุงที่นำเสนอทั้ง 2 แนวทาง โดยผู้วิจัยได้จำลองปรับเปลี่ยนระบบการให้บริการผู้ป่วย โดยการปรับปรุงระบบนัดของทางโรงพยาบาล ด้วยการแยกการนัดผู้ป่วยออกเป็นกลุ่มย่อยตามช่วงเวลา โดยแบ่งเวลานัดออกเป็น 5 ส่วน ตั้งแต่เวลา 7:30 น. - 12:30 น. และเปลี่ยนตารางการทำงานของพยาบาล โดยลดเวลาในการทำงานของพยาบาลลง 30 นาที ผลลัพธ์ที่ได้แสดงดังนี้

## 4.1 ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองระบบแผนกผู้ป่วยนอกอายุรกรรม

จากการปรับเปลี่ยนระบบนัดผู้ป่วยโดยการกระจายแยกนัดผู้ป่วยจำนวน 250 คน ออกเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 50 คน ในแต่ละชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 7:30 น.-12:30 น. และการปรับเปลี่ยนตารางเวลาการทำงานของพยาบาลโดยลดเวลาการทำงาน จากเดิมพยาบาลเริ่มทำงานเวลา 7:00 น. ผู้วิจัยได้เปลี่ยนให้พยาบาลเริ่มทำงานเวลา 7:30 น. ลดเวลาการทำงานลง 30 นาที โดยแบบจำลองที่ถูกปรับปรุงขึ้น ผู้วิจัยได้กำหนดจำนวนรอบในการประมวลผลอยู่ที่ 13 รอบ

### 4.1.1 ผลลัพธ์จำนวนผู้ป่วยที่เข้ามาในระบบและออกจากระบบ

| Number In | Average | Half Width | Minimum Average | Maximum Average |
|---|---|---|---|---|
| Blood test patients | 147.38 | 5.03 | 137.00 | 159.00 |
| General Patients | 84.3846 | 4.14 | 69.0000 | 95.0000 |
| Patients | 245.08 | 4.64 | 230.00 | 250.00 |
| Xray patients | 13.3077 | 1.63 | 8.0000 | 17.0000 |




| Number Out | Average | Half Width | Minimum Average | Maximum Average |
|---|---|---|---|---|
| Blood test patients | 147.38 | 5.03 | 137.00 | 159.00 |
| General Patients | 84.3846 | 4.14 | 69.0000 | 95.0000 |
| Patients | 245.08 | 4.64 | 230.00 | 250.00 |
| Xray patients | 13.3077 | 1.63 | 8.0000 | 17.0000 |

**ภาพที่ 4.1** ผลลัพธ์ของจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามาในระบบและออกจากระบบของระบบที่ปรับปรุงใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการประมวลผลระบบจำลองที่ถูกปรับปรุงขึ้น ผลลัพธ์ดังแสดงในภาพที่ 4.1 พบว่าจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามาในระบบ (Number In) มีค่าเท่ากับจำนวนผู้ป่วยที่ออกจากระบบ (Number Out) เฉลี่ยประมาณ 245 คน แบ่งเป็นผู้ป่วยที่ต้องเจาะเลือดก่อนพบแพทย์โดยเฉลี่ยประมาณ 147 คน ผู้ป่วยที่ต้องเอ็กซเรย์ก่อนพบแพทย์โดยเฉลี่ยประมาณ 13 คน และผู้ป่วยทั่วไปโดยเฉลี่ยประมาณ 84 คน แสดงให้เห็นว่าระบบที่ได้จำลองขึ้น สามารถรองรับผู้ป่วยได้ครบทุกคน โดยไม่มีผู้ป่วยคนใดค้างอยู่ในระบบหรือต้องเข้ามารับการรักษาในวันถัดไป

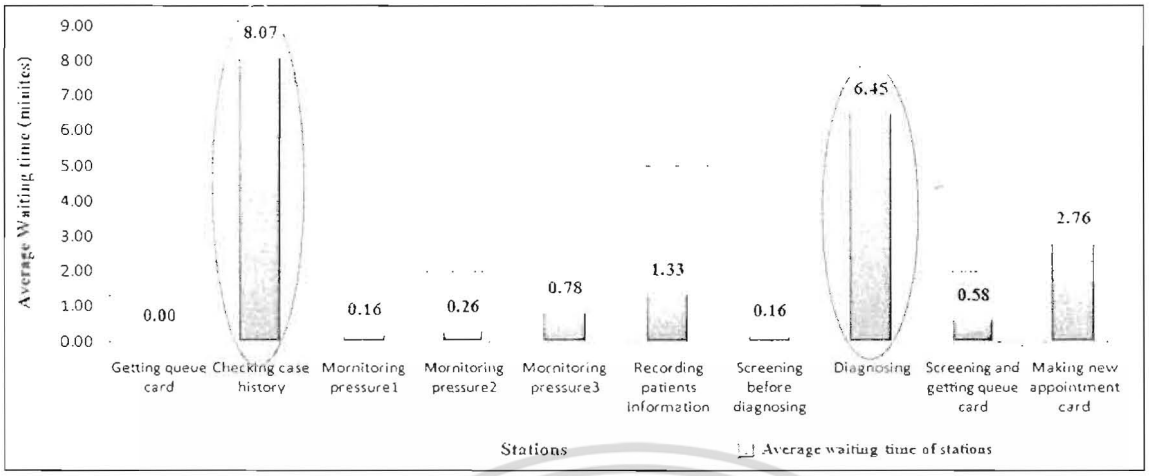
### 4.1.2 ผลลัพธ์เวลารอคอยในแต่ละจุดบริการ

ผลลัพธ์เวลารอคอยเฉลี่ยในแต่ละจุดบริการของผู้ป่วยของระบบจำลองที่ถูกปรับปรุงขึ้นใหม่ แสดงในภาพที่ 4.2 และสามารถแสดงในรูปของแผนภูมิแท่ง (Histogram) ดังแสดงในภาพที่ 4.3 พบว่าผู้ป่วยใช้เวลารอคอยเฉลี่ยมากที่สุด 8.07 นาที ที่จุดซักประวัติ และ ใช้เวลารอคอยเฉลี่ยที่จุดตรวจวินิจฉัยที่ 6.45 นาที เมื่อเปรียบเทียบกับระบบก่อนทำการปรับปรุง ซึ่งผลลัพธ์เวลารอคอยเฉลี่ยในแต่ละจุดบริการของผู้ป่วยแสดงในภาพที่ 3.19 พบว่าผู้ป่วยใช้เวลาในการรอคอยในแต่ละจุดบริการน้อยลงอย่างมาก เช่น ที่จุดซักประวัติ ผู้ป่วยใช้เวลารอคอยเฉลี่ยเดิม 32.07 นาที เมื่อทดลองปรับปรุงแล้วลดลงเหลือ 8.07 นาที และที่จุดตรวจวินิจฉัยโรค ผู้ป่วยใช้เวลารอคอยเฉลี่ยเดิม 23.85 นาที เมื่อทดลองปรับปรุงแล้วลดลงเหลือ 6.45 นาที

| Waiting Time | Average | Half Width | Minimum Average | Maximum Average | Minimum Value | Maximum Value |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Checking case history.Queue | 8.0724 | 2.40 | 3.8495 | 15.6163 | 0.00 | 38.3813 |
| Diagnosing.Queue | 6.4504 | .78 | 4.9434 | 9.3099 | 0.00 | 76.0883 |
| Getting queue card.Queue | 0.00123930 | .00 | 0.00074123 | 0.00189245 | 0.00 | 0.07768599 |
| Making new appointment card.Queue | 2.7628 | 1.08 | 1.5724 | 7.6118 | 0.00 | 29.9074 |
| Mornitoring pressure1.Queue | 0.1641 | .06 | 0.03578312 | 0.4216 | 0.00 | 7.3467 |
| Mornitoring pressure2.Queue | 0.2575 | .12 | 0.07245779 | 0.7672 | 0.00 | 7.3041 |
| Mornitoring pressure3.Queue | 0.7813 | .36 | 0.1390 | 1.9906 | 0.00 | 7.1702 |
| Recording patients information.Queue | 0.1983 | .03 | 0.1375 | 0.2849 | 0.00 | 4.5507 |
| Screening and getting queue card.Queue | 0.5779 | .19 | 0.2681 | 1.3054 | 0 00 | 12.0166 |
| Screening before diagnosing.Queue | 0.1578 | .04 | 0.0940 | 0.2901 | 0.00 | 3.7696 |

ภาพที่ 4.2 ผลลัพธ์ของเวลารอคอยเฉลี่ยที่จุดบริการต่างๆ ของระบบที่ปรับปรุงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่** 4.3 แผนภูมิแท่งแสดงเวลารอคอยเฉลี่ยที่จุดบริการต่างๆ ของระบบที่ปรับปรุงขึ้น

4.1.3 เวลารวมเฉลี่ยในระบบของผู้ป่วยแต่ละประเภท

ภาพที่ 4.4 แสดงผลลัพธ์เวลารวมเฉลี่ยในระบบของผู้ป่วยแต่ละประเภทของระบบที่ถูกปรับปรุงขึ้น ผู้ป่วยที่ต้องเจาะเลือดก่อนพบแพทย์มีเวลารวมเฉลี่ยในระบบ 175.86 นาที หรือ 2 ชั่วโมง 56 นาที ผู้ป่วยที่ต้องเอ็กซเรย์ก่อนพบแพทย์มีเวลารวมเฉลี่ยในระบบ 128.70 นาที หรือ 2 ชั่วโมง 9 นาที และผู้ป่วยทั่วไปที่ไม่มีเจาะเลือดและเอ็กซเรย์มีเวลารวมเฉลี่ยในระบบ 46.37 นาที หรือ 47 นาที 22 วินาที

| Total Time | Average | Half Width | Minimum Average | Maximum Average | Minimum Value | Maximum Value |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Blood test patients | 175.86 | 2.74 | 170.54 | 184.63 | 121.19 | 264.60 |
| General Patients | 46.3740 | 3.25 | 37.0717 | 53.1173 | 10.3170 | 127.90 |
| Xray patients | 128.70 | 3.58 | 120.69 | 139.32 | 83.2559 | 193.48 |

**ภาพที่** 4.4 ผลลัพธ์ของเวลารวมเฉลี่ยในระบบของผู้ป่วยทั้ง 3 ประเภท จากระบบที่ถูกปรับปรุงขึ้น

4.2 การเปรียบเทียบผลของระบบปัจจุบันและระบบใหม่ที่ปรับปรุงขึ้น

ผลลัพธ์ของเวลารอคอยเฉลี่ยที่จุดบริการต่างๆ ของระบบที่ถูกปรับปรุงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับระบบเดิมของทางแผนกอายุรกรรมพบว่า สามารถลดเวลารอคอยเฉลี่ยที่จุดซักประวัติลงจากเดิม 32.07 นาที เหลือเพียง 8.07 นาที ลดลง 24 นาที และลดเวลารอคอยเฉลี่ยที่จุดตรวจวินิจฉัยลงจากเดิม 23.85 นาที เหลือเพียง 6.45 นาที ซึ่งส่งผลให้เวลารวมเฉลี่ยในระบบของผู้ป่วยทั้ง 3 ประเภทลดลงดังนี้

1. ผู้ป่วยที่ต้องเจาะเลือดก่อนเข้าพบแพทย์เดิมมีเวลารวมเฉลี่ยเดิมในระบบ 262.71 นาที เมื่อปรับปรุงระบบใหม่พบว่ามีเวลารวมเฉลี่ยในระบบ 175.86 นาที มีเวลารวมในระบบเฉลี่ยลดลง

262.71 – 175.86 = 86.84 นาที (1 ชั่วโมง 27 นาที) คิดเป็น 33.06 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

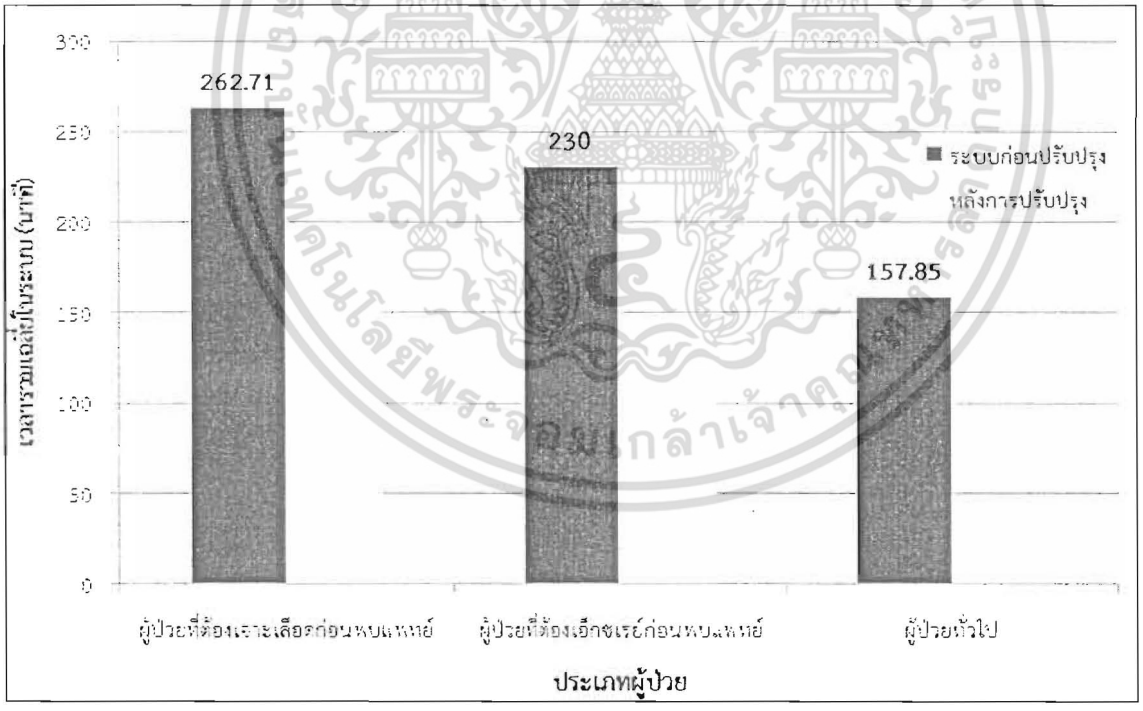
2. ผู้ป่วยที่ต้องเอกซเรย์ก่อนเข้าพบแพทย์เดิมมีเวลารวมเฉลี่ยเดิมในระบบ 230 นาที เมื่อปรับปรุงระบบใหม่พบว่ามีเวลารวมเฉลี่ยในระบบ 128.70 นาที มีเวลารวมในระบบเฉลี่ยลดลง

230.00 – 128.70 = 101.03 นาที (1 ชั่วโมง 41 นาที) คิดเป็น 44.04 %

3. ผู้ป่วยทั่วไปมีเดิมมีเวลารวมเฉลี่ยเดิมในระบบ 157.85 นาที เมื่อปรับปรุงระบบใหม่พบว่ามีเวลารวมเฉลี่ยในระบบ 46.3740 นาที มีเวลารวมในระบบเฉลี่ยลดลง

157.85 - 46.3740 = 111.476 นาที (1 ชั่วโมง 51 นาที) คิดเป็น 70.62 %

จากผลลัพธ์ที่ได้สามารถสรุปได้ว่าระบบใหม่ที่ปรับปรุงขึ้นโดยการแบ่งนัดผู้ป่วยให้เข้ามาในระบบห่างกันช่วงเวลาละ 1 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 7:30 น. - 12:30 น. จำนวน 5 ช่วงเวลา และทำการนัดผู้ป่วยช่วงเวลาละ 50 คน รวมเป็น 250 คนต่อวัน รวมถึงการลดเวลาการทำงานของพยาบาลลง 30 นาที จากเดิมพยาบาลเริ่มทำงานเวลา 7:00 น. เปลี่ยนเป็นเริ่มทำงานในเวลา 7:30 น. พบว่าสามารถลดระยะเวลารอคอยของผู้ป่วยลงได้อย่างมาก และทำให้เวลารวมในระบบของผู้ป่วยนัดแต่ละประเภทลดลงได้มากกว่า 1 ชั่วโมง ดังที่ผู้วิจัยได้กำหนดเป้าหมายไว้ โดย กราฟเปรียบเทียบเวลารวมเฉลี่ยในระบบของผู้ป่วยทั้ง 3 ประเภท ระหว่างระบบเดิมกับระบบใหม่ที่ถูกปรับปรุงขึ้นแสดงในภาพที่ 4.5




**ภาพที่ 4.5** กราฟเปรียบเทียบเวลารวมเฉลี่ยในระบบของผู้ป่วยทั้ง 3 ประเภท ระหว่างระบบปัจจุบันและระบบใหม่ที่ปรับปรุงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกราฟเป็นการเปรียบเทียบเวลารวมเฉลี่ยในระบบของผู้ป่วยทั้ง 3 ประเภท คือ ผู้ป่วยที่ต้องเจาะเลือดก่อนพบแพทย์ ผู้ป่วยที่ต้องเอ็กซเรย์ก่อนพบแพทย์ และผู้ป่วยทั่วไปที่ไม่มีการเจาะเลือดและเอ็กซเรย์ ระหว่างระบบการทำงานในปัจจุบันของทางโรงพยาบาลกับระบบใหม่ที่ปรับปรุงขึ้น จะเห็นได้ชัดว่าเวลารวมเฉลี่ยในระบบของผู้ป่วยมีการลดลงเป็นอย่างมาก คือ จากเดิมผู้ป่วยที่มีการเจาะเลือดก่อนพบแพทย์ จะมีเวลารวมเฉลี่ยในระบบ 262.71 นาที หรือ 4 ชั่วโมง 23 นาที เมื่อปรับปรุงระบบใหม่พบว่ามีเวลารวมเฉลี่ยในระบบ 175.86 นาที ผู้ป่วยที่มีเอ็กซเรย์ก่อนพบแพทย์มีเวลารวมเฉลี่ยในระบบ 230 นาที หรือ 3 ชั่วโมง 50 นาที เมื่อปรับปรุงระบบใหม่พบว่ามีเวลารวมเฉลี่ยในระบบ 128.70 นาที และผู้ป่วยทั่วไปมีเวลารวมเฉลี่ยในระบบ 157.85 นาที หรือ 2 ชั่วโมง 38 นาที เมื่อปรับปรุงระบบใหม่พบว่ามีเวลารวมเฉลี่ยในระบบ 46.3740 นาที นับได้ว่าเป็นแนวทางในการปรับปรุงที่ดีที่สามารถตอบวัตถุประสงค์เพื่อลดระยะเวลารวมเฉลี่ยในระบบของผู้ป่วยนัดในแผนกอายุรกรรมได้ และยังเป็นการสร้างความพึงพอใจให้แก่ผู้ป่วยที่มาใช้บริการกับทางโรงพยาบาลอีกด้วย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5
# สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

## 5.1 สรุปผลการวิจัย

โรงพยาบาลสมุทรปราการ เป็นโรงพยาบาลของภาครัฐ ตั้งอยู่เลขที่ 71 ตำบลปากน้ำ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ มีเนื้อที่ประมาณ 28 ไร่ มีจำนวนเตียงผู้ป่วยทั้งสิ้น 385 เตียง จำนวนอัตรากำลังบุคลากร รวมทั้งสิ้น 1,408 คน (ข้อมูล ณ ปี 2555) ในปัจจุบันจำนวนผู้ป่วยที่มาใช้บริการของทางโรงพยาบาลมีจำนวนมาก ในขณะที่บุคลากรทางการแพทย์มีจำนวนที่คงที่ จึงไม่สามารถรองรับจำนวนผู้ป่วยที่มาใช้บริการได้อย่างเพียงพอจึงทำให้เกิดปัญหาความล่าช้าของการกระบวนการให้บริการในขั้นตอนต่างๆ ขึ้น โดย เฉพาะในส่วนของผู้ป่วยนอกแผนกอายุรกรรม ที่มีการให้บริการผู้ป่วย 3 ประเภท อันได้แก่ ผู้ป่วยที่ต้องมีการเจาะเลือดก่อนเข้าพบแพทย์ ผู้ป่วยที่ต้องมีการเอ็กซเรย์ก่อนพบแพทย์ และผู้ป่วยทั่วไปที่ไม่ต้องเจาะเลือดและเอ็กซเรย์ก่อนพบแพทย์ ซึ่งทางแผนกอายุรกรรมมีการนัดผู้ป่วยมารับการรักษาต่อวันถึง 250 ราย จึงทำให้ผู้ป่วยต้องใช้เวลาอยู่ในระบบนานเป็นผลให้ผู้ป่วยที่มาใช้บริการเกิดความไม่พึงพอใจและอาจก่อให้เกิดความสูญเสียด้านเศรษฐกิจตามมา

งานวิจัยนี้เป็นการปรับปรุงระบบการให้บริการของผู้ป่วยนอกแผนกอายุรกรรม โดยการประยุกต์ใช้โปรแกรมจำลองสถานการณ์ กรณีศึกษาโรงพยาบาลสมุทรปราการ ซึ่งจัดทำขึ้นเพื่อศึกษาวิเคราะห์ถึงปัญหาที่ทำให้ผู้ป่วยทั้ง 3 ประเภทในแผนกอายุรกรรมมีเวลารวมเฉลี่ยอยู่ในระบบ (รอคอย) ที่ยาวนาน โดยการประยุกต์ใช้เครื่องมือการจำลองสถานการณ์ และการวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงระบบให้ดียิ่งขึ้นและส่งผลให้เวลารวมเฉลี่ยในระบบของผู้ป่วยลดลงจากเดิม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลารวมเฉลี่ยในระบบของผู้ป่วยลงให้มากกว่า 1 ชั่วโมง

ขั้นตอนในการศึกษา ผู้วิจัยได้เข้าไปศึกษารูปแบบระบบการให้บริการและตารางเวลาในการให้บริการของทางแผนกผู้ป่วยนอกอายุรกรรมของโรงพยาบาลสมุทรปราการ รวมถึงได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล จำนวนผู้ป่วย และประเภทของผู้ป่วย โดยข้อมูลดังกล่าวได้มาจากระบบบันทึกทางคอมพิวเตอร์ของโรงพยาบาล และผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลทางด้านเวลาการให้บริการผู้ป่วยที่จุดบริการต่างๆ ของแผนกอายุรกรรม ด้วยการจับเวลาโดยใช้นาฬิกาจับเวลา จำนวน 50 ครั้ง ในแต่ละจุดบริการในแผนกยกเว้นในส่วนของเวลาที่ใช้ในการเจาะเลือดและเอ็กซเรย์ที่ผู้ป่วยต้องแยกออกไปยังอาคารอื่น ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบใบบันทึกเวลาและขอความร่วมมือจากพยาบาลในการลงบันทึกเวลา เพื่อสามารถเก็บข้อมูลด้านเวลาในการให้บริการได้ ในส่วนของอัตราการมาโดยเฉลี่ยของผู้ป่วย ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมจากบัตรคิวที่ผู้ป่วยต้องกดจากตู้กดบัตรคิวเมื่อมาถึง ก่อนที่จะทำการรักษา เมื่อได้ข้อมูลครบตามต้องการแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ตรวจสอบข้อมูลด้วยวิธีทางสถิติ โดยใช้โปรแกรม Input Analyzer ช่วยในการวิเคราะห์ เพื่อหารูปแบบการแจกแจงของข้อมูล จากนั้นทำการจำลองระบบการให้บริการของทางแผนก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อายุรกรรม โดยใช้โปรแกรมจำลองสถานการณ์อารีน่า (Arena version 10.0) ในการจำลองระบบของทางโรงพยาบาล รวมถึงตรวจสอบความถูกต้อง (Model Verification) และความสมเหตุสมผล (Model Validation) ของแบบจำลองที่สร้างขึ้น เพื่อใช้เป็นตัวแทนของระบบการให้บริการจริง ก่อนที่จะนำไปวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการปรับปรุง

จากผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองที่ได้สร้างขึ้น ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ถึงสาเหตุที่ทำให้ผู้ป่วยมีเวลารวมเฉลี่ยในระบบที่นาน โดยสาเหตุหลักนั้นเกิดมาจากการที่ระบบนัดของทางแผนกไม่ชัดเจน ไม่มีการกระจายแยกนัดผู้ป่วยออกเป็นช่วงเวลา ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบปรับปรุงระบบขึ้นใหม่ โดยการแบ่งนัดผู้ป่วยออกเป็นชาวงเวลา ช่วงเวลาละ 1 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 7:30 น. – 12:30 น. จำนวน 5 ช่วงเวลา ในแต่ละช่วงเวลาผู้วิจัยได้ทำการกระจายนัดผู้ป่วยออกเป็นช่วงเวลาละ 50 ราย รวมผู้ป่วยต่อวันทั้งสิ้น 250 ราย และผู้วิจัยได้ทำการปรับเปลี่ยนเวลาการในการให้บริการลง จากเดิมเปิดให้บริการที่เวลา 7:00 น. เปลี่ยนเป็นเวลา 7:30 น. ลดเวลาการทำงานของพยาบาลลง 30 นาที เนื่องจากผู้ป่วยนัดกลุ่มแรกจะเข้ามารับการรักษาที่เวลา 7:30 น. พยาบาลจึงไม่จำเป็นต้องเริ่มให้บริการที่เวลา 7:00 น. อีกต่อไป ผลการปรับปรุงพบว่า สามารถลดเวลารอคอยของผู้ป่วยที่จุดบริการต่างๆ ลงได้อย่างมาก ซึ่งเป็นผลให้เวลารวมเฉลี่ยในระบบของผู้ป่วยประเภทต่างๆ ลดลงจากเดิมมากกว่า 1 ชั่วโมง โดยแสดงเวลารวมเฉลี่ยในระบบของผู้ป่วยทั้ง 3 ประเภทที่ลดลงดังนี้

ผู้ป่วยที่ต้องมีการเจาะเลือดก่อนพบแพทย์มีเวลารวมเฉลี่ยในระบบลดลง 1 ชั่วโมง 27 นาที คิดเป็น 33.06 % ผู้ป่วยที่ต้องมีการเอ็กซเรย์ก่อนพบแพทย์มีเวลารวมเฉลี่ยในระบบลดลง 1 ชั่วโมง 41 นาที คิดเป็น 44.04 % ผู้ป่วยทั่วไปที่ไม่มีการเจาะเลือดและเอ็กซเรย์ ที่สามารถพบแพทย์ได้เลยมีเวลารวมเฉลี่ยในระบบลดลง 1 ชั่วโมง 51 นาที คิดเป็น 70.62 %

ซึ่งผลการทดลองนี้จะถูกนำเสนอต่อทางแผนกอายุรกรรมของทางโรงพยาบาลสมุทรปราการต่อไป เพื่อเป็นทางเลือกหนึ่งในการปรับปรุงของทางโรงพยาบาล การแข่งขันของระบบงานบริการที่มีแนวโน้มรุนแรงเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ในปัจจุบัน การปรับปรุงระบบการให้บริการที่จะทำให้สามารถให้บริการแก่ผู้มารับบริการได้อย่างรวดเร็วจนทำให้ผู้รับบริการเกิดความพึงพอใจสูงสุด ถือเป็นข้อได้เปรียบขององค์กรที่จะทำให้องค์สามารถเจริญเติบโตและก้าวนำหน้าองค์กรอื่นๆ ที่เป็นคู่แข่ง วิธีการจำลองสถานการณ์เป็นวิธีหนึ่งที่ได้รับความนิยมและมีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา เนื่องจากการจำลองสถานการณ์มีความสมเหตุสมผล สามารถพิสูจน์ได้ภายใต้ปัจจัยนำเข้า (Input) และนำมาเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ (Output) ที่ระบบประมวลออกมา ดังนั้น จึงสามารถช่วยวิเคราะห์ถึงสภาพปัญหาที่เป็นอยู่ในปัจจุบันของระบบ และช่วยหาแนวทางในการปรับปรุงที่เหมาะสม ก่อนที่จะทำไปทดลองปรับเปลี่ยนกับระบบจริง โดยโปรแกรมจำลองสถานการณ์นั้นสามารถทดลองปรับเปลี่ยนระบบเพื่อทราบถึงผลลัพธ์จากการปรับเปลี่ยนได้ โดยไม่ต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงระบบจริงโดยที่ยังไม่สามารถรู้ผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นได้ล่วงหน้า และสามารถประยุกต์ใช้การจำลองสถานการณ์ได้ในหลายๆ ส่วน ทั้งการวิเคราะห์ระบบการทำงานในภาพรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดสรรทรัพยากรในการให้บริการ และการจัดตารางการทำงาน นอกจากนี้ยังสามารถประยุกต์ใช้ได้กับหน่วยงานอื่นๆ อาทิเช่น อุตสาหกรรมการผลิต การขนส่ง หรือ การจัดการสินค้าคงคลัง เป็นต้น

5.2 ข้อแสนอแนะ

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาและพิจารณาระบบโดยมองที่ภาพรวม แบ่งผู้ป่วยออกเป็น 3 ประเภทใหญ่คือ ผู้ป่วยที่ต้องแยกไปเจาะเลือดก่อนพบแพทย์ ผู้ป่วยที่ต้องแยกไปเอ็กซเรย์ก่อนพบแพทย์ และผู้ป่วยทั่วไปที่ไม่มีเจาะเลือดและเอ็กซเรย์สามารถเข้าพบแพทย์ได้ทันที และผู้วิจัยได้พิจารณาระบบ โดยให้ระบบเป็นระบบในอุดมคติไม่มีผู้ป่วยคนใดต้องแยกออกไปเจาะเลือดและเอ็กซเรย์ซ้ำอีกครั้งหลังจากพบแพทย์ ซึ่งในความเป็นจริงแล้ว ในแผนกอายุรกรรมนั้นมีการให้บริการรักษาผู้ป่วยที่ป่วยเป็นโรคต่างๆ หลายประเภท ซึ่งจะมีผู้ป่วยส่วนน้อยบางประเภทที่จะมีรูปแบบการรักษาที่ต่างออกไป เช่น ผู้ป่วยที่ต้องแยกออกไปตรวจเท้า และผู้ป่วยที่ต้องแยกออกไปอัลตร้าซาวด์ที่อาคารอื่น เป็นต้น รวมถึงการที่ผู้ป่วยบางส่วนต้องมีการเจาะเลือดและเอ็กซเรย์ซ้ำอีกครั้งหลังจากพบแพทย์แล้ว ซึ่งงานวิจัยในครั้งนี้จะไม่ได้พิจารณาครอบคลุมถึงส่วนนี้ ทำให้ผลลัพธ์เวลาที่ได้จากการจำลองระบบนั้นอาจคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริงเล็กน้อย เมื่อนำไปประยุกต์ใช้กับระบบการทำงานในปัจจุบันของทางโรงพยาบาล เวลาในส่วนต่างๆ ของผู้ป่วยอาจจะมีค่ามากขึ้นกว่าผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองในบางส่วน

ในการจำลองระบบการให้บริการนี้ได้ประยุกต์ใช้โปรแกรมจำลองสถานการณ์อารีน่า เป็นทางเลือกในการจำลองระบบ เราสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับส่วนอื่นๆ และในแผนกอื่นๆ ของทางโรงพยาบาลได้ เพื่อใช้ในการจำลองทางเลือกแผนการดำเนินการปรับปรุงที่เหมาะสมที่สุดให้แก่โรงพยาบาล และยังสามารถใช้วิธีอื่นๆ หรือโปรแกรมอื่นๆ ในการจำลอง เช่น Agent Based เป็นต้น ซึ่งสามารถช่วยทำให้แบบจำลองที่สร้างขึ้นนั้นมีความใกล้เคียงกับระบบการทำงานในปัจจุบันมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เอกสารอ้างอิง


- กัลยา วานิชย์บัญชา, 2544. การวิจัยขั้นดำเนินงาน : การวิเคราะห์เชิงปริมาณทางธุรกิจ. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ต่อศักดิ์ เศรษฐวานิช, กษิดิศ พบูประภาพ, 2549, "การวิเคราะห์การไหลของวัสดุโดยใช้วิธีจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ กรณีศึกษา ระบบการขนส่งชิ้นส่วนรถยนต์ของโรงงานผลิตรถยนต์ ตัวอย่าง", ปริญญานิพนธ์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- นริสา และคณะ, 2551. การจำลองกระบวนการไหลเวียนของผู้โดยสารภายในอาคารผู้โดยสารขาออกระหว่างประเทศท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 690 - 699.
- บุษบา พฤกษาพันธุ์รัตน์, วุฒินันท์ นุ่นแก้ว และ วรพล ธนารักษ์สกุล, 2550. "การจำลองสถานการณ์ตามหลักการของทฤษฎีข้อจำกัดเพื่อการปรับปรุงสายการผลิตแผ่นวงจรชนิดอ่อน", วิศวกรรมสาร มข. ปีที่ 34 ฉบับที่ 4 (459-464) กรกฎาคม-สิงหาคม.
- ประภัสสร ลิขิตมุ่งมงคล วิภานี วิทยานนท์ และ สีรง ปรีชานนท์, 2553. การลดเวลากระบวนการเตรียมยาด้วยวิธีการจำลองสถานการณ์, การประชุมวิชาการด้านการวิจัยดำเนินการแห่งชาติ (OR Net 2010), 26 – 31.
- ปัญญพัฐน์ ลีอังกรูเสถียร และพัชราภรณ์ ห่านตระกูล, 2545. "การเพิ่มประสิทธิภาพโดยใช้เทคนิคการจำลองแบบปัญหา กรณีศึกษา โรงพยาบาลสันกำแพง" ปริญญานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- พรชัย หงส์วัฒนกุล ธิบดี ตัณฑะเตมีย์ บุษบา พฤกษาพันธุ์รัตน์ และดนุพันธุ์ วิสุวรรณ, 2553. "การปรับปรุงผังและการจัดสรรทรัพยากรที่เหมาะสม โดยใช้การจำลองสถานการณ์ กรณีศึกษา แผนก หู คอ จมูก โรงพยาบาลรัฐแห่งหนึ่ง", การประชุมวิชาการด้านการวิจัยดำเนินการแห่งชาติ (OR Net 2010), 96-103.
- มงคล วณิชภักดีเดชา, 2549. "การสร้างแบบจำลองระบบแถวคอยในแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลศรีวิชัย 3," วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- รุ่งรัตน์ ภิสัชเพ็ญ, 2551. "คู่มือการสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม Arena ฉบับปรับปรุง," พิมพ์ครั้งที่ 1, บริษัท ซีเอ็ด ยูเคชั่น จำกัด, กรุงเทพฯ
- วีรยา ภัทรอาชาชัย, 2547. การศึกษาการประยุกต์ตัวแบบแถวคอยในวงการธนาคารไทย. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.
- สถิตย์ เทศาราช และ สมบัติ สินธุเชาวน์, 2553. "การจำลองแบบปัญหาของระบบแถวคอยเพื่อลดระยะเวลารอคอยของผู้มารับบริการ: กรณีศึกษา โรงพยาบาลตระการพืชผล จังหวัดอุบลราชธานี", การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ (IE Network 2010).


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สายสุรางค์ โชติพานิช, 2547. การวิเคราะห์ระบบแถวคอยของการเข้ารับบริการเจาะเลือดโรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ
- สุทธิมา ชำนาญเวช, 2552. การวิจัยดำเนินงาน. กรุงเทพฯ: วิทยพัฒน์.
- C. Chou, C. Chen and M. Caleb Li, "Application of computer simulation to the design of a traffic signal timer," pp.81-94, Computer & Industrial Engineering, 2001.
- Hanna, Michael E. Introduction to Management Science. South-Western College Publishing, 1996.
- Kelton, D.W., Sadowski, R.P. and Sturrock D.T., 2003, "Simulation with Arena" -3rd ed., International Edition, McGraw-Hill, The MCGraw-Hill Company, Inc.
- Lieberman, Gerald J., and Hillier, Frederick S. Introduction to Operations Research. Boston: McGraw-Hill, 2005.
- L. Mark, Weng and Ali A. Houshmand, "Healthcare simulation : A case study at a local clinic," pp.1557-1584, In Proceeding of the 1999 Winter Simulation Conference, December, 1999, Pointe Hilton Squaw Peak Resort, Phoenix, AZ, U.S.A.
- Maria, A., 1997, "Introduction to model and simulation", Proceeding of the 1997 Winter simulation Conference ed. S. Andradottir, K.J. Healy, D.H. Withers, and B.L.Nelson.
- Mathur, Kamlesh and Solow, Daniel. Management Science. New Jersey: Prentice Hall International, Inc., 1994.
- M.D. Rossetti, and A.A. 1999. Houshmand. Healthcare Simulation: A Case Study at a Local Clinic. In 1999 Winter Simulation Conference Proceedings, ed. Famington, P. A, Nembhard, D.T., Sturrock, D.T., and Evans, G.W.
- Render, Barry and Stair, Ralph M. Quantitative Analysis for Management. 6th ed. New Jersey: Prentice Hall International, Inc., 1997.
- R.E. Rhanon, "System Simulation: The Art and Science," Prentice-hall Inc., Englewood Cliff., 1975.
- Sivathanu, Pillai Enhanced PERT for Program. Analysis, Control and Evaluation. International Journal of Project Management, Fel., 1993.
- Taha, Hamdy A. Operations Research: An Introduction. 5th ed. Macmilian Publishing company, 1992.
- Taylor, Bernard W. Introduction to Management. 7th ed. Prentice-Hall International, 2002.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

ข้อมูลอัตราการเข้ามาโดยเฉลี่ยของผู้ป่วยในแต่ละช่วงเวลา

และเวลาในให้บริการของหน่วยงานย่อยอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผก. 1 ข้อมูลอัตราการเข้ามาโดยเฉลี่ยของผู้ป่วยในแต่ละช่วงเวลา

| ข้อมูลอัตราการเข้ามาโดยเฉลี่ยผู้ป่วยในแต่ละช่วงเวลา (คน) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 6:00-7:00 | 7:01-8:00 | 8:01-9:00 | 9:01-10:00 | 10:01-11:00 | 11:01-12:00 |
| 1 | 175 | 27 | 30 | 9 | 6 | 1 |
| 2 | 180 | 32 | 16 | 7 | 8 | 5 |
| 3 | 169 | 36 | 19 | 6 | 10 | 5 |
| 4 | 195 | 34 | 24 | 12 | 4 | 5 |
| 5 | 177 | 35 | 17 | 10 | 10 | 6 |
| 6 | 150 | 33 | 32 | 2 | 7 | 1 |
| 7 | 171 | 39 | 15 | 11 | 3 | 2 |
| 8 | 154 | 33 | 31 | 8 | 4 | 0 |
| 9 | 169 | 27 | 18 | 2 | 9 | 4 |
| 10 | 175 | 36 | 19 | 10 | 3 | 2 |
| 11 | 181 | 21 | 26 | 11 | 7 | 0 |
| 12 | 175 | 30 | 21 | 6 | 8 | 1 |
| 13 | 184 | 29 | 16 | 7 | 9 | 1 |
| 14 | 190 | 23 | 16 | 6 | 2 | 3 |
| 15 | 179 | 29 | 12 | 12 | 5 | 2 |
| 16 | 168 | 41 | 16 | 7 | 2 | 3 |
| 17 | 155 | 44 | 23 | 8 | 7 | 3 |
| 18 | 171 | 32 | 18 | 11 | 15 | 6 |
| 19 | 200 | 28 | 20 | 13 | 4 | 1 |
| 20 | 182 | 27 | 18 | 14 | 5 | 1 |
| Average | 175 | 31.8 | 20.35 | 8.6 | 6.4 | 2.6 |
| SD | 12.73 | 5.78 | 5.62 | 3.32 | 3.27 | 1.96 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผก. 2 ข้อมูลเวลาการทำงานจำนวน 50 ข้อมูล ของจุดซักประวัติผู้ป่วย

| เวลาในจุดให้บริการที่จุดซักประวัติผู้ป่วย (นาที) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.00 | 1.30 | 1.05 | 1.05 | 0.52 |
| 1.17 | 1.67 | 0.60 | 2.13 | 0.75 |
| 1.12 | 0.73 | 1.25 | 0.70 | 1.20 |
| 3.00 | 0.88 | 1.0 | 1.88 | 1.42 |
| 1.67 | 0.87 | 2.28 | 1.40 | 0.65 |
| 0.82 | 0.77 | 0.50 | 1.58 | 1.45 |
| 0.87 | 0.85 | 1.28 | 0.63 | 4.00 |
| 1.23 | 0.68 | 0.63 | 1.58 | 1.48 |
| 0.58 | 0.52 | 0.62 | 1.00 | 1.03 |
| 1.03 | 1.18 | 0.57 | 1.17 | 0.83 |
| Average = 1.16 , SD = 0.65 | | | | |

ตารางที่ ผก. 3 ข้อมูลเวลาการทำงานจำนวน 50 ข้อมูล ของจุดวัดความดันผู้ป่วย

| เวลาในจุดให้บริการที่จุดวัดความดันผู้ป่วย (นาที) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0.65 | 1.28 | 0.68 | 0.88 | 0.87 |
| 1.00 | 0.90 | 1.27 | 0.80 | 1.27 |
| 1.63 | 0.87 | 1.50 | 1.07 | 0.78 |
| 1.00 | 1.02 | 1.08 | 1.55 | 0.80 |
| 1.20 | 0.85 | 1.83 | 0.63 | 1.13 |
| 1.43 | 0.95 | 0.73 | 0.80 | 1.38 |
| 1.38 | 1.17 | 0.88 | 0.50 | 0.57 |
| 1.77 | 0.63 | 1.85 | 0.65 | 1.85 |
| 0.80 | 1.77 | 0.88 | 0.75 | 0.80 |
| 1.07 | 0.88 | 0.92 | 0.92 | 1.00 |
| Average = 1.06 , SD = 0.36 | | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผก. 4 ข้อมูลเวลาการทำงานจำนวน 50 ข้อมูล ของจุดบันทึกประวัติรักษา

| เวลาในจุดให้บริการที่จุดบันทึกประวัติรักษา (นาที) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2.47 | 2.17 | 2.08 | 3.03 | 2.48 |
| 2.10 | 2.18 | 2.83 | 2.42 | 1.85 |
| 1.93 | 2.33 | 2.25 | 2.05 | 1.48 |
| 1.85 | 2.17 | 1.73 | 1.78 | 1.55 |
| 1.87 | 2.13 | 3.20 | 1.67 | 1.80 |
| 1.92 | 2.47 | 1.45 | 2.95 | 2.12 |
| 2.00 | 1.93 | 1.87 | 1.88 | 2.08 |
| 2.05 | 1.92 | 1.97 | 1.57 | 1.82 |
| 1.72 | 2.07 | 2.07 | 3.45 | 1.92 |
| 2.15 | 2.85 | 2.22 | 2.37 | 1.37 |
| Average = 1.13, SD = 0.35 | | | | |

ตารางที่ ผก. 5 ข้อมูลเวลาการทำงานจำนวน 50 ข้อมูล ของจุดคัดกรองก่อนพบแพทย์

| เวลาในจุดให้บริการที่จุดคัดกรองก่อนพบแพทย์ (นาที) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2.60 | 2.30 | 3.80 | 1.87 | 3.67 |
| 2.53 | 3.90 | 2.17 | 2.18 | 2.05 |
| 2.18 | 2.00 | 2.45 | 3.95 | 2.85 |
| 3.18 | 3.00 | 2.02 | 3.67 | 3.45 |
| 2.18 | 2.78 | 3.58 | 2.65 | 2.88 |
| 3.42 | 3.12 | 2.78 | 2.77 | 3.27 |
| 2.73 | 2.93 | 3.17 | 2.00 | 3.35 |
| 3.28 | 2.15 | 3.40 | 3.17 | 3.20 |
| 2.48 | 2.28 | 1.83 | 1.98 | 3.02 |
| 2.23 | 2.28 | 3.43 | 2.78 | 2.78 |
| Average = 2.20 , SD = 0.45 | | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผก. 6 ข้อมูลเวลาการทำงานจำนวน 50 ข้อมูล ของจุดตรวจวินิจฉัยโรคโดยแพทย์

| เวลาในจุดให้บริการที่จุดตรวจวินิจฉัยโรคโดยแพทย์ (นาที) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 4.13 | 2.72 | 1.85 | 2.20 | 4.35 |
| 2.67 | 9.53 | 1.32 | 3.32 | 4.38 |
| 4.90 | 4.88 | 1.03 | 5.00 | 7.78 |
| 2.45 | 3.60 | 3.65 | 9.17 | 6.87 |
| 2.50 | 5.58 | 3.25 | 4.38 | 8.50 |
| 3.27 | 1.68 | 5.42 | 5.50 | 10.93 |
| 2.43 | 3.42 | 1.67 | 2.05 | 4.90 |
| 3.83 | 5.47 | 5.55 | 5.28 | 3.12 |
| 3.80 | 3.67 | 5.28 | 1.97 | 2.72 |
| 3.60 | 2.40 | 9.18 | 2.50 | 4.35 |
| Average = 4.28 , SD = 2.27 | | | | |

ตารางที่ ผก. 7 ข้อมูลเวลาการทำงานจำนวน 50 ข้อมูล ของจุดคัดกรองหลังพบแพทย์

| เวลาในจุดให้บริการที่จุดคัดกรองหลังพบแพทย์ (นาที) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.03 | 0.52 | 0.32 | 0.18 | 0.30 |
| 0.33 | 3.18 | 0.25 | 0.28 | 0.42 |
| 0.68 | 1.85 | 0.47 | 0.98 | 0.45 |
| 0.82 | 2.22 | 0.55 | 0.27 | 1.03 |
| 0.63 | 0.73 | 0.43 | 0.37 | 0.33 |
| 0.47 | 1.98 | 0.18 | 0.52 | 0.35 |
| 0.40 | 0.42 | 0.62 | 0.30 | 0.67 |
| 0.77 | 0.58 | 0.35 | 0.80 | 0.45 |
| 0.42 | 0.77 | 0.40 | 0.85 | 0.28 |
| 0.48 | 1.82 | 0.60 | 0.42 | 0.35 |
| Average = 0.60 , SD = 0.36 | | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผก. 8 ข้อมูลเวลาการทำงานจำนวน 50 ข้อมูล ของจุดให้บัตรนัดครั้งต่อไป

| เวลาในจุดให้บริการที่จุดให้บัตรนัดครั้งต่อไป (นาที) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 3.83 | 2.67 | 2.68 | 8.48 | 2.43 |
| 6.13 | 1.28 | 2.43 | 2.05 | 4.20 |
| 1.72 | 2.32 | 0.85 | 2.68 | 9.17 |
| 2.92 | 1.33 | 5.25 | 3.05 | 2.67 |
| 1.92 | 1.58 | 2.35 | 1.12 | 2.95 |
| 4.12 | 1.17 | 1.52 | 3.00 | 1.93 |
| 5.50 | 2.88 | 1.67 | 5.93 | 2.15 |
| 1.05 | 1.12 | 1.22 | 2.62 | 3.00 |
| 3.40 | 2.90 | 1.85 | 0.80 | 5.08 |
| 4.57 | 2.22 | 2.82 | 0.97 | 4.15 |
| Average = 4.41 , SD = 1.90 | | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

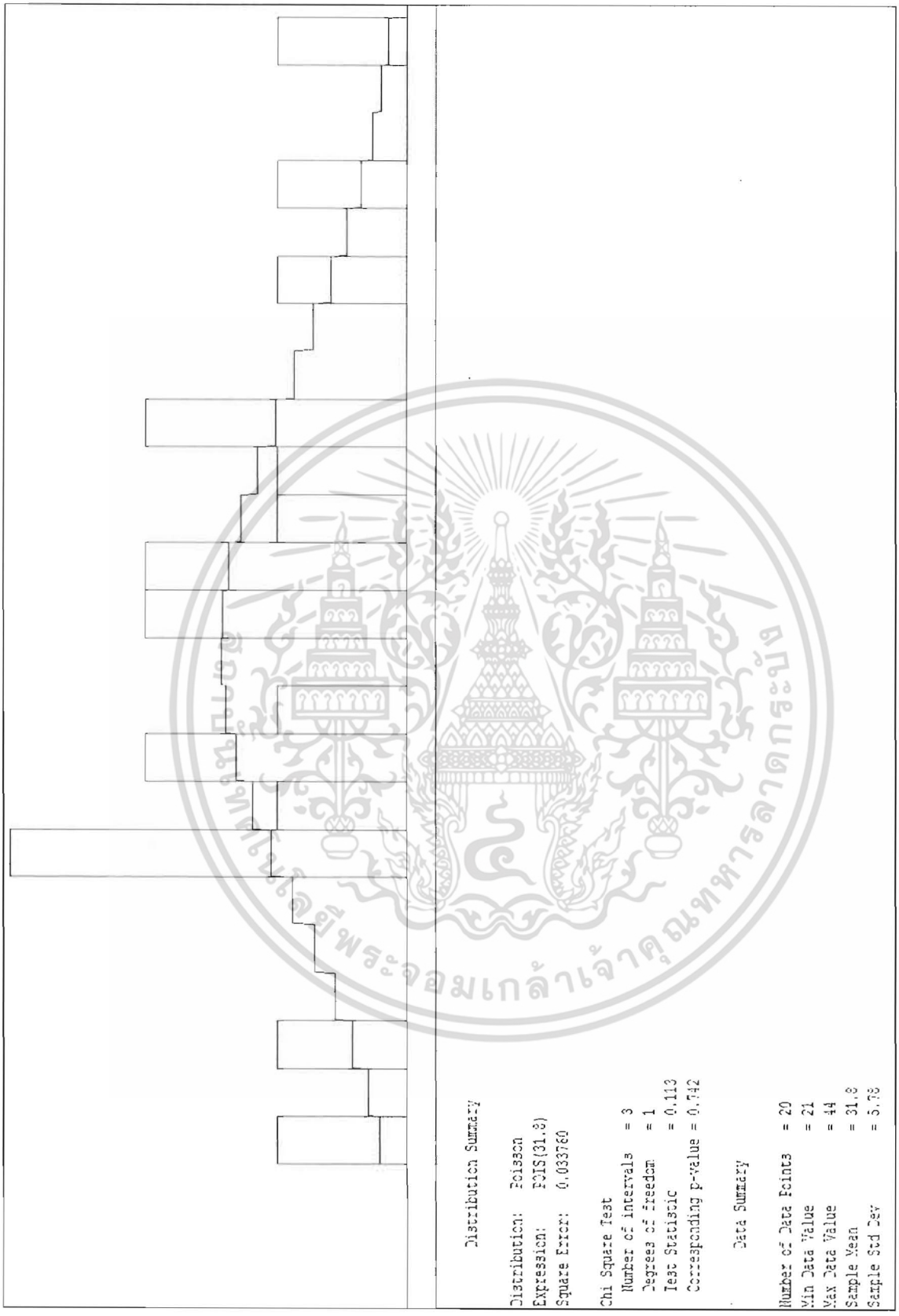
ภาคผนวก ข.

รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของข้อมูล อัตราการเข้ามาโดยเฉลี่ยของผู้ป่วยในแต่ละช่วงเวลา และเวลาในการให้บริการที่จุดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ภาพที่** ผข. 1 การแจกแจงของข้อมูลอัตราการเข้ามาโดยเฉลี่ยของผู้ป่วยในช่วงเวลา 6:00 น. - 7:00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

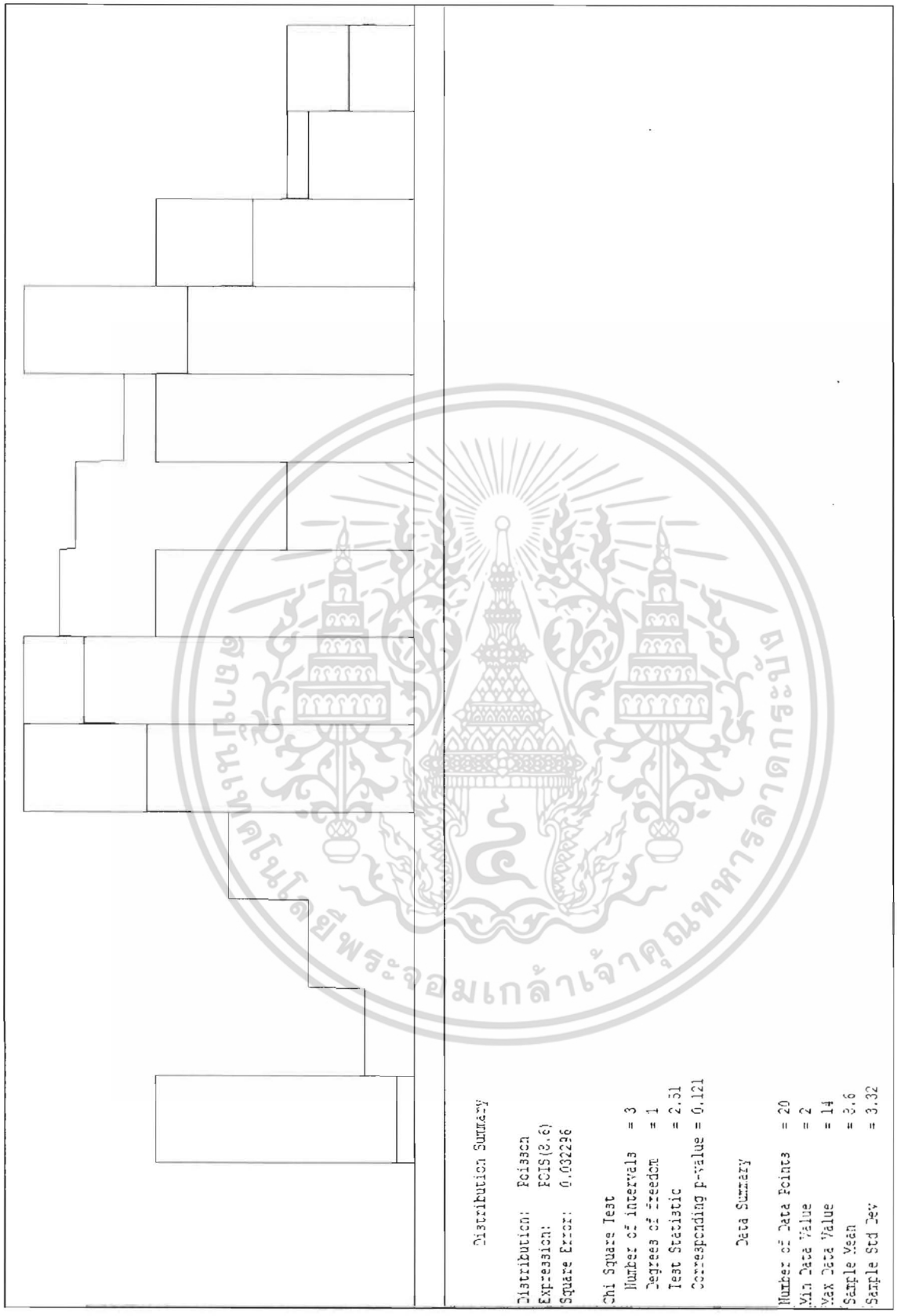



**ภาพที่ ผข. 2** การแจกแจงของข้อมูลอัตราการเข้ามาโดยเฉลี่ยของผู้ป่วยในช่วงเวลา 7:01 น. - 8:00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ภาพที่** ผข. 3 การแจกแจงของข้อมูลอัตราการเข้ามาโดยเฉลี่ยของผู้ป่วยในช่วงเวลา 8:01 น. - 9:00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

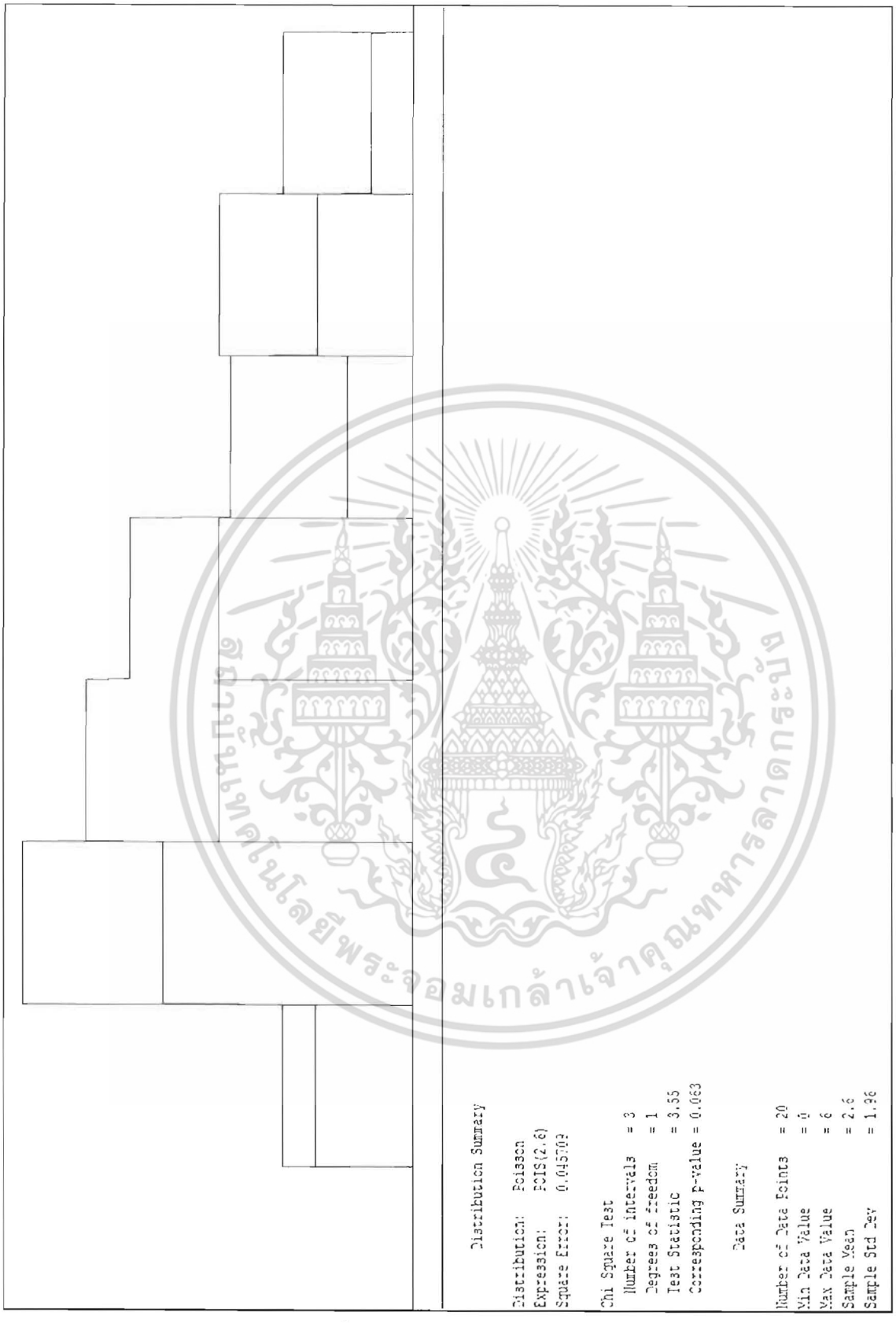



**ภาพที่ ผข.** 4 การแจกแจงของข้อมูลอัตราการเข้ามาโดยเฉลี่ยของผู้ป่วยในช่วงเวลา 9:01 น. - 10:00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

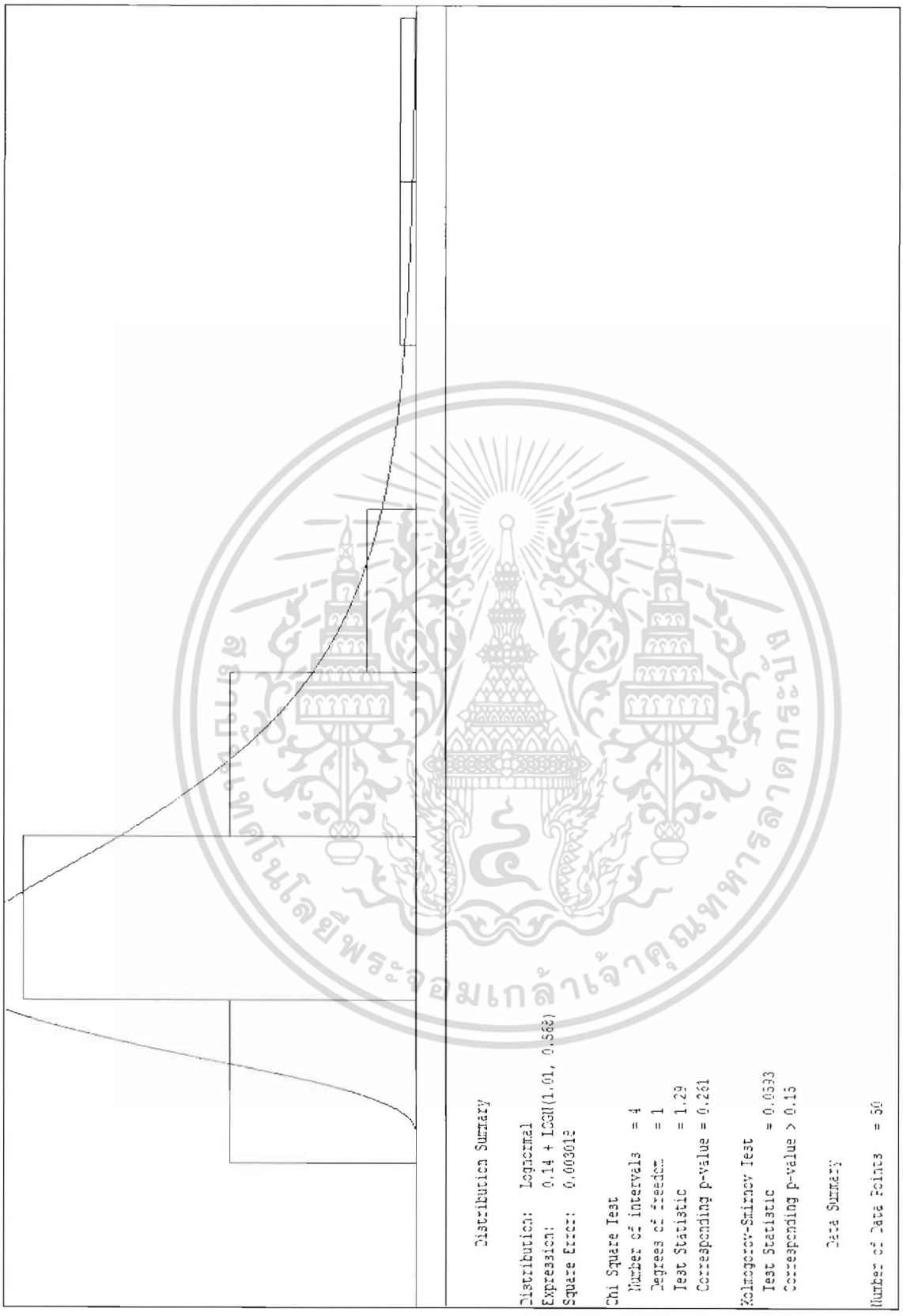
**ภาพที่ ผข.** 5 การแจกแจงของข้อมูลอัตราการเข้ามาโดยเฉลี่ยของผู้ป่วยในช่วงเวลา 10:01 น. - 11:00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ ผข. 6** การแจกแจงของข้อมูลอัตราการเข้ามาโดยเฉลี่ยของผู้ป่วยในช่วงเวลา 11:01 น. - 12:00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ ผข. 7** การแจกแจงของข้อมูลเวลาในการให้บริการที่จุดซักประวัติผู้ป่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ ค.8 กราฟแสดงการแจกแจงความถี่ของข้อมูลการใช้งานจริงของเครื่องจักรที่ 8



Distribution Summary

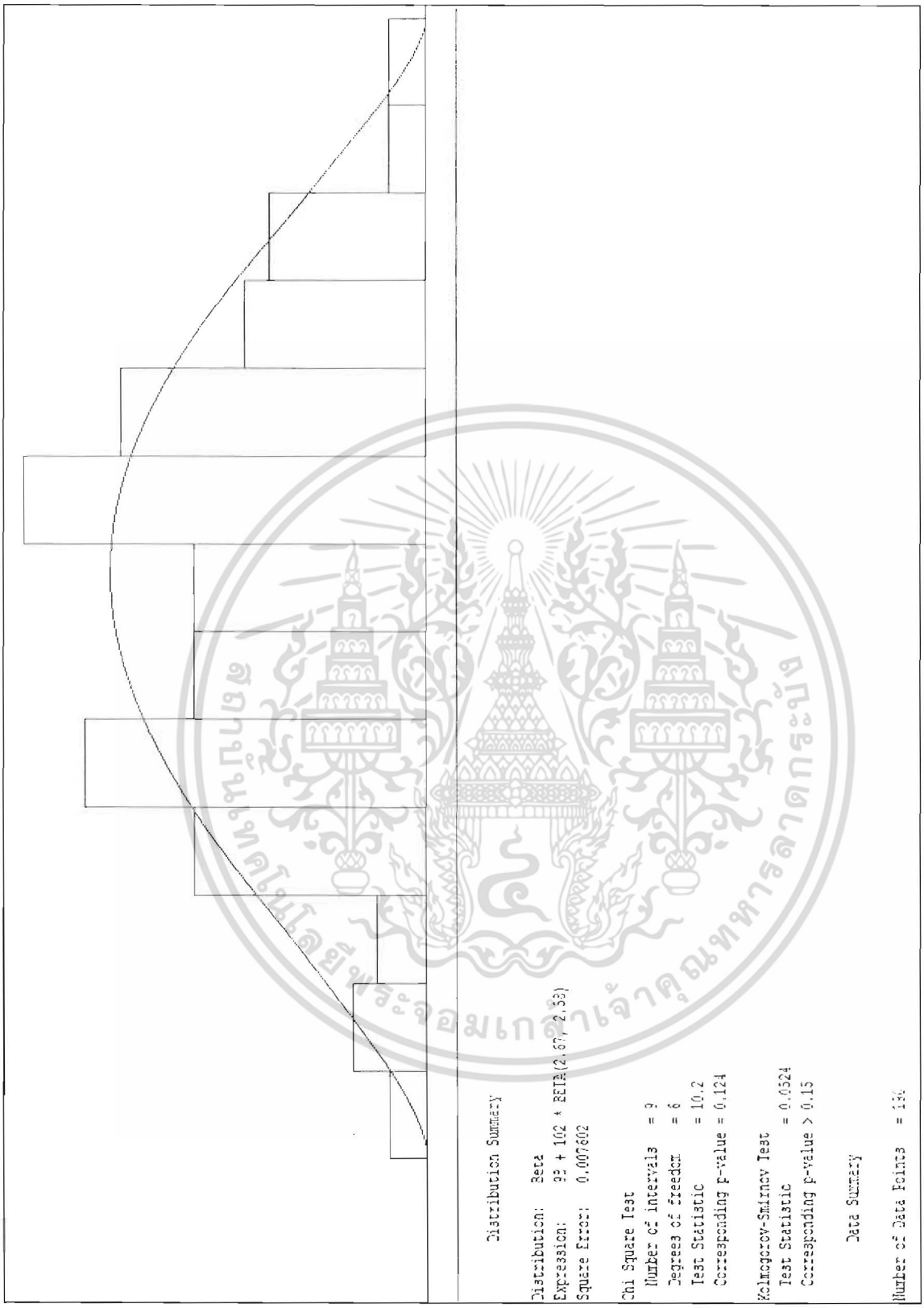
Distribution: Lognormal
Expression: 0.36 + LOGN(0.703, 0.405)
Square Error: 0.006079

Chi Square Test
Number of intervals = 4
Degrees of freedom = 1
Test Statistic = 0.667
Corresponding p-value = 0.439

Kolmogorov-Smirnov Test
Test Statistic = 0.072
Corresponding p-value > 0.15

Data Summary

Number of Data Points = 50

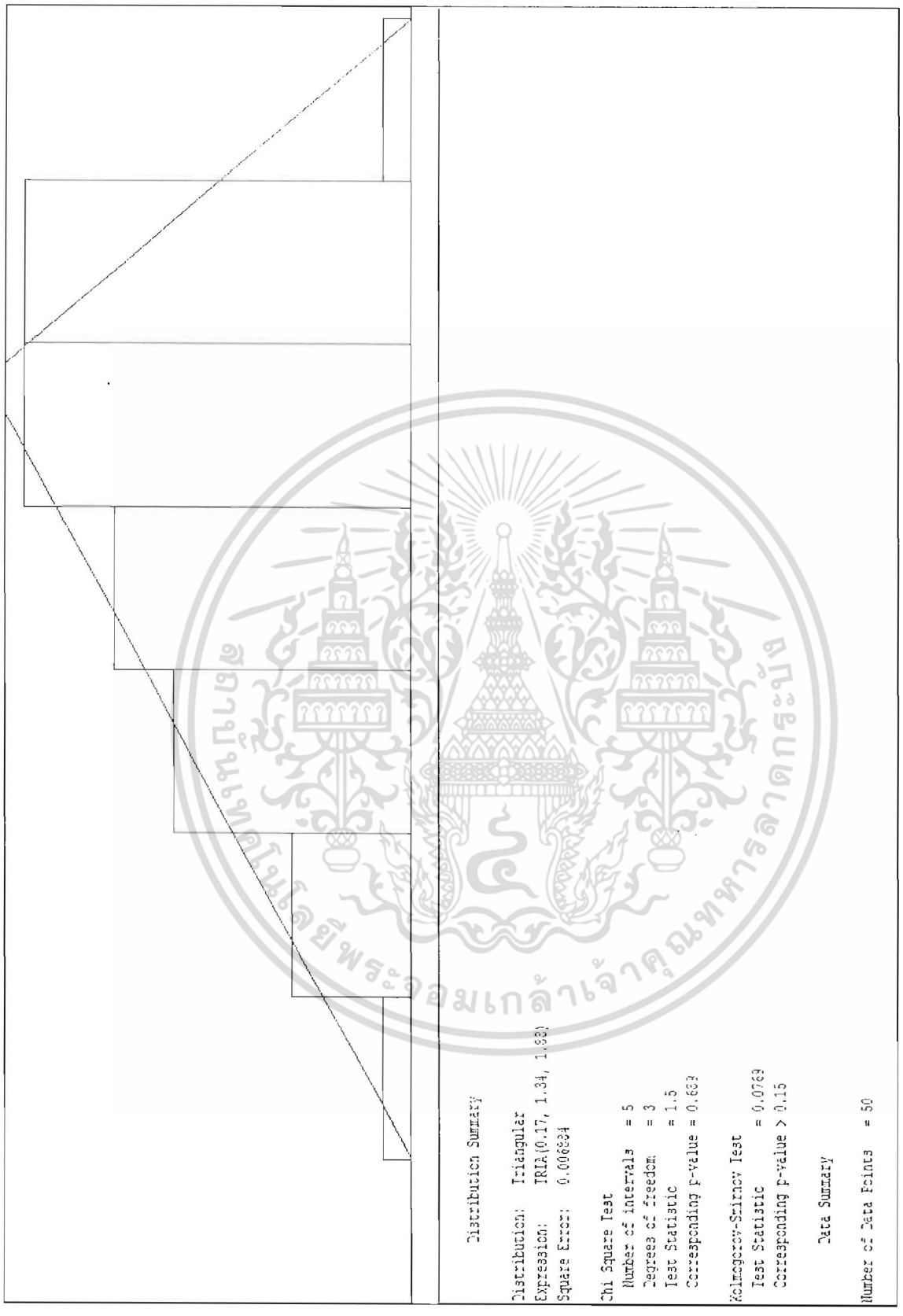



ภาพที่ ผข. 9 การแจกแจงของข้อมูลเวลาในการให้บริการที่หน่วยงานชันสูตรโรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ภาพที่ ผข.** 10 การแจกแจงของข้อมูลเวลาในการให้บริการที่หน่วยงานเอ็กซเรย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่** ผข. 11 การแจกแจงของข้อมูลเวลาในการให้บริการที่จุดบันทึกประวัติรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ ผ.12 การแจกแจงความน่าจะเป็นของปริมาณน้ำฝนรายปีที่ตรวจวัดได้ที่สถานีวัดน้ำฝน



Distribution Summary

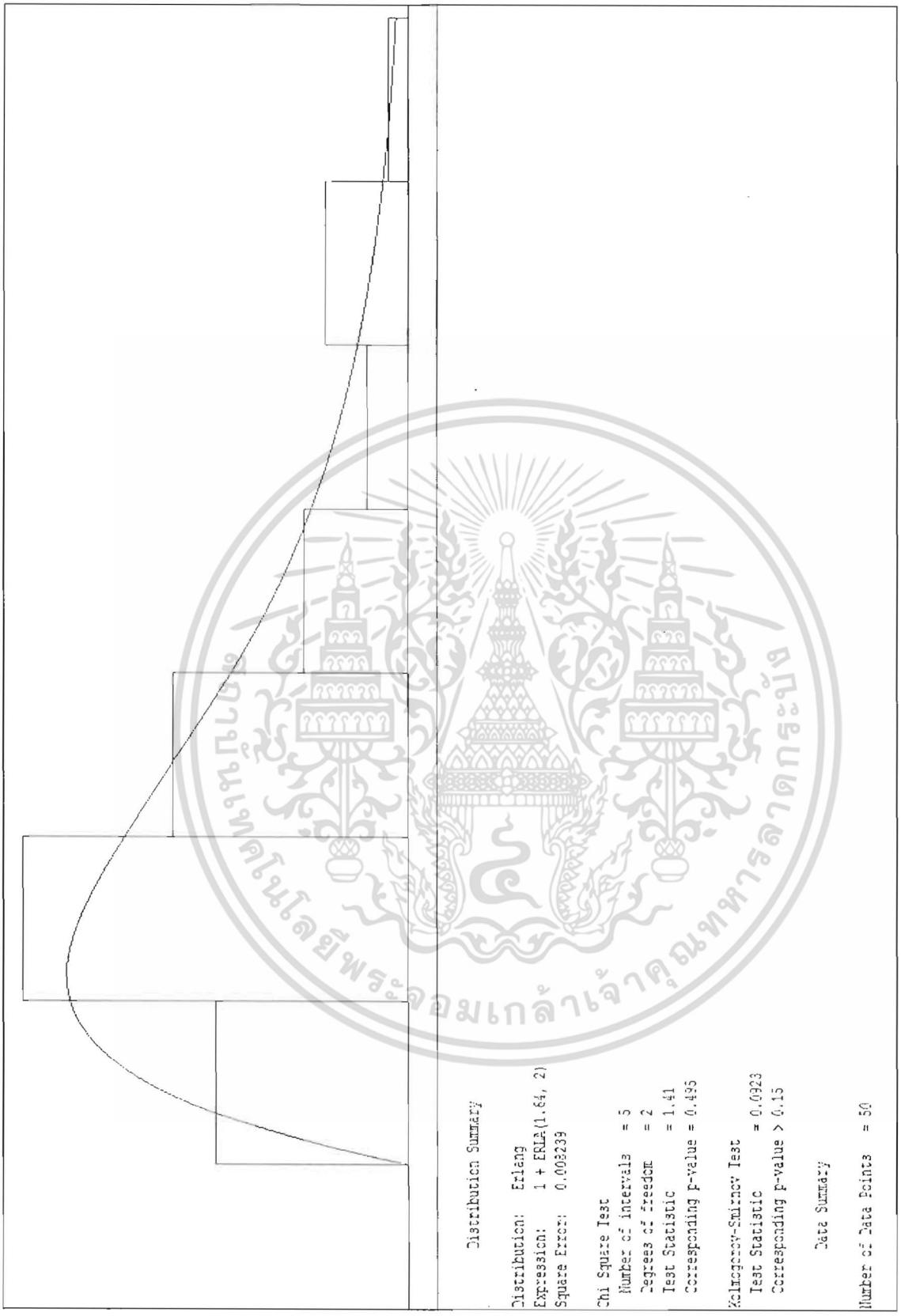
Distribution: Beta
Expression: 1 + 2.68 * BETA(4.1, 5.06)
Square Error: 0.002303

Chi Square Test
Number of intervals = 4
Degrees of freedom = 1
Test Statistic = 0.0484
Corresponding p-value > 0.75

Kolmogorov-Smirnov Test
Test Statistic = 0.0733
Corresponding p-value > 0.15

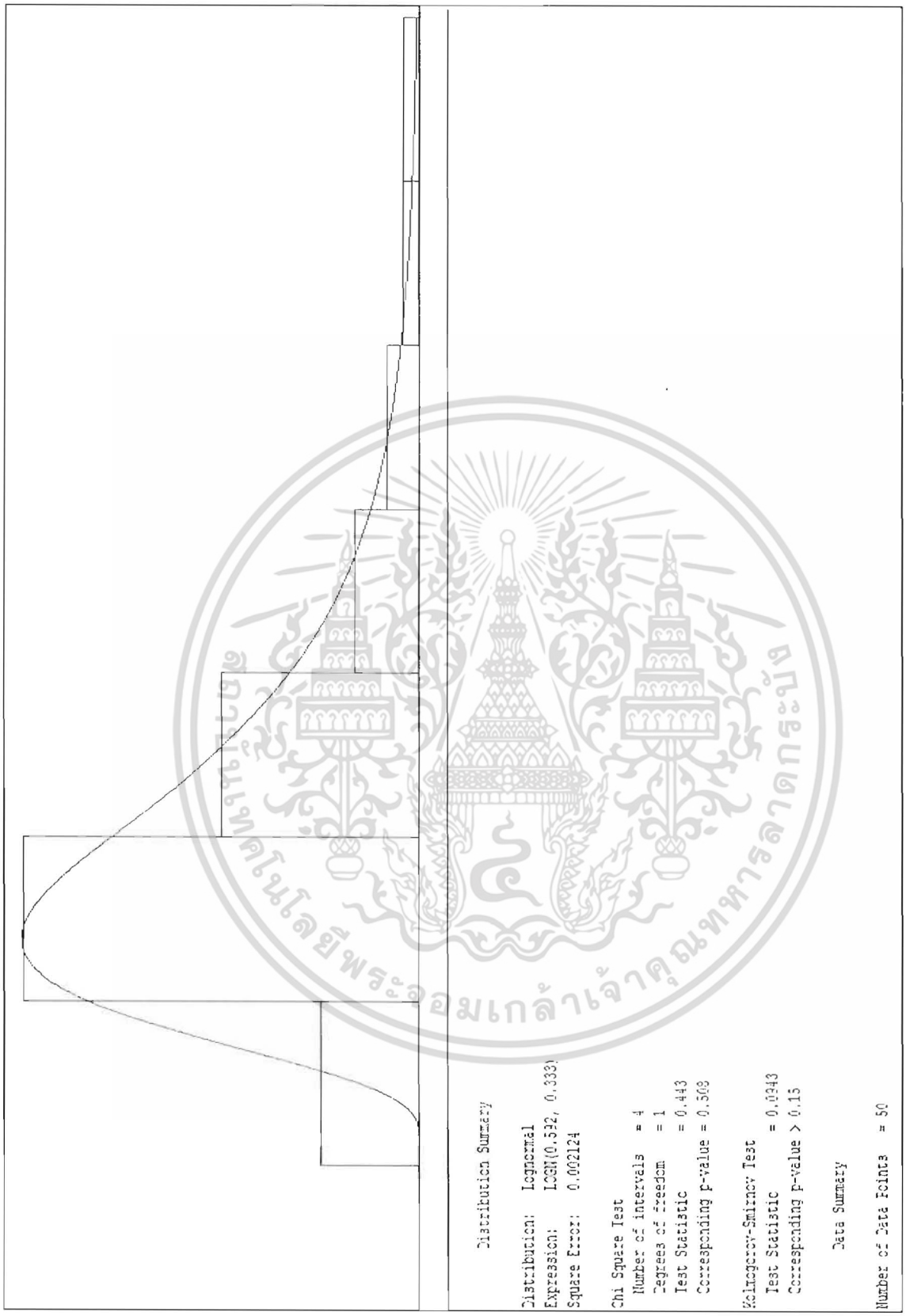
Data Summary

Number of Data Points = 50



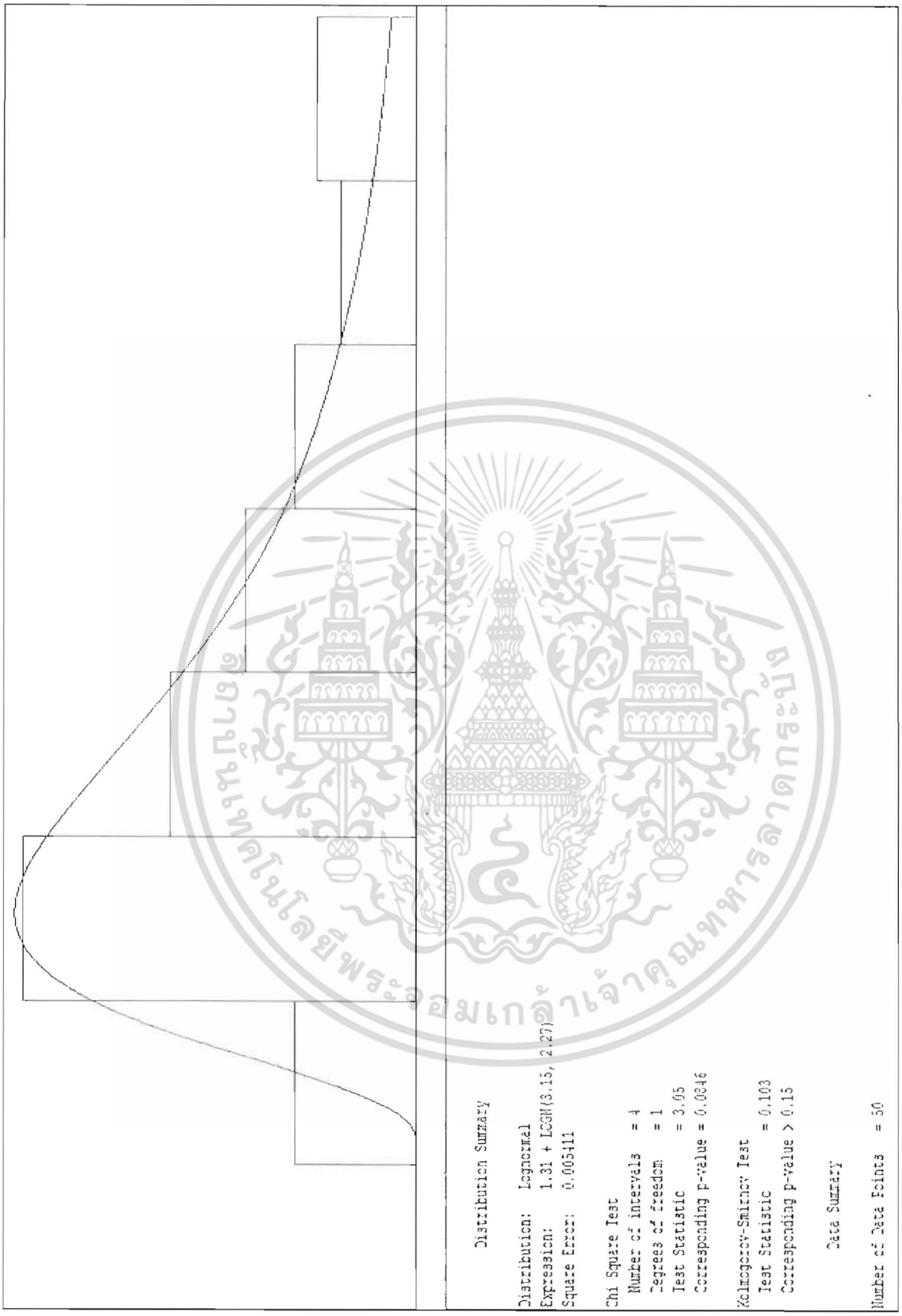

**ภาพที่ ผข. 13** การแจกแจงของข้อมูลเวลาในการให้บริการที่จุดตรวจวินิจฉัยโรคโดยแพทย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ ผข. 14** การแจกแจงของข้อมูลเวลาในการให้บริการที่จุดคัดกรองหลังพบแพทย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




ภาพที่ ผข. 15 การแจกแจงของข้อมูลเวลาในการให้บริการที่จุดให้บัตรนัดครั้งต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ประวัติผู้วิจัย

1. รศ.ดร.สิทธิพร พิมพ์สกุล
   Associate Professor Dr. Sittiporn Pimsakul
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน
   32007001130XX
3. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง 1 เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
   โทรศัพท์ 02-329-8339 โทรสาร 02-329-8340 E-mail : pimsakuls@yahoo.com
4. ประวัติการศึกษา

   | | |
   |---|---|
   | 2532 - 2536 | วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหการ)<br>สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี |
   | 2539 - 2541 | Master of Engineering (Manufacturing Engineering)<br>Rochester Institute of Technology, New York, USA |
   | 2541 - 2545 | Doctor of Engineering (Manufacturing Engineering)<br>University of Michigan - Ann Arbor, Michigan, USA |

5. ประสบการณ์งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และ/หรือที่ผ่านมา ทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย

<u>ผลงานวิจัย</u>

[1] Sittiporn Pimsakul, "Design of Experiments for Minimizing Energy Consumption in a Resistance Spot Welding Process", Proceedings of the 2002 IE Network National Conference, October 24-25, 2002, pp. 108-113.

[2] ภณิดา ไทยราช และ สิทธิพร พิมพ์สกุล, "ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกบริษัทที่ปรึกษาด้านระบบคุณภาพ QS-9000 และ ISO 9000 ของผู้ประกอบการด้านอุตสาหกรรมยานยนต์ในนิคมอุตสาหกรรมอีสเทรินซีบอร์ด (ระยอง)", การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการประจำปี 2546, 21-22 ตุลาคม พ.ศ. 2546, หน้า 193-200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[3] สิทธิพร พิมพ์สกุล, พงษ์สวัสดิ์ เอี่ยมสำอางค์, ภาคภูมิ รุ่งชวาลนนท์ และภูวรา นาคพันธ์, "การออกแบบและการจัดทำระบบแลกเปลี่ยนข้อมูลในสายการผลิตโรงงานประกอบฮาร์ดดิสก์", วิศวสารลาดกระบัง, ปีที่ 21, ฉบับที่ 2, มิถุนายน 2547, หน้า 1-6

[4] สิทธิพร พิมพ์สกุล และ ก่อพงศ์ พ่วงรอดพันธุ์, "การศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อค่าความหยาบผิวของชิ้นงานที่ขึ้นรูปด้วยเครื่องกัดอาร์คด้วยไฟฟ้า", การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการประจำปี 2547, 20-22 ตุลาคม พ.ศ. 2547, หน้า 803-810

[5] สิทธิพร พิมพ์สกุล, "หลักการและขั้นตอนการปฏิบัติของการผลิตแบบลีน กรณีศึกษา โรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์", การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ครั้งที่ 3, 8-9 ธันวาคม พ.ศ. 2547, หน้า 1-6

[6] สิทธิพร พิมพ์สกุล และ ประวิทย์ คงถาวรนันต์, "ศักยภาพการแข่งขันด้วยระบบบริหารคุณภาพ ISO/TS 16949 และระบบการผลิตแบบลีนของอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนยานยนต์ในนิคมอุตสาหกรรมอีสเทิร์นซีบอร์ด จังหวัดระยอง", การประชุมเชิงวิชาการประจำปี การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน (GTT) ครั้งที่ 7, 15-16 พฤศจิกายน พ.ศ. 2550, หน้า 179-190

[7] สิทธิพร พิมพ์สกุล และ ศศิธร จันทร์เทียน, "การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตตามแนวความคิดของการผลิตแบบลีน กรณีศึกษา โรงงานปั้มขึ้นรูปชิ้นส่วนโลหะ", การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47, 17-20 มีนาคม พ.ศ. 2552, หน้า 311-318

[8] สิทธิพร พิมพ์สกุล และ สินจัย เพิ่มพูล, "การศึกษาความเป็นไปได้ของการจัดตั้งสถานีบริการก๊าซธรรมชาติบนถนนฉลองกรุง", วิศวสารลาดกระบัง, ปีที่ 26, ฉบับที่ 2, มิถุนายน 2552, หน้า 61-66

[9] สิทธิพร พิมพ์สกุล และ ธนวัฒน์ บุญปัญญาวุฒิ, "การศึกษาลำดับความสำคัญของตัวชี้วัดประสิทธิภาพของการดำเนินงานโซ่อุปทานในอุตสาหกรรมประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็ก", วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา, ปีที่ 20, ฉบับที่ 4, พ.ศ. 2552, หน้า 76-83

[10] ศิริพร เข็มทอง และ สิทธิพร พิมพ์สกุล, "การลดพฤติกรรมเสี่ยงของพนักงานด้วยหลักพฤติกรรมความปลอดภัย กรณีศึกษา โรงงานผลิตอะไหล่และประกอบนาฬิกา", วิศวสารลาดกระบัง, ปีที่ 28, ฉบับที่ 1, มีนาคม 2554, หน้า 43-48

[11] รักษ์ ผิวนิ่ม และ สิทธิพร พิมพ์สกุล, "การศึกษาความเป็นไปได้ในการจัดตั้งโรงงานผลิตถ่านกะลามะพร้าวอัดแท่งในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์", วิศวสารลาดกระบัง, ปีที่ 28, ฉบับที่ 1, มีนาคม 2554, หน้า 49-54

[12] เจษฎา คูณมี และ สิทธิพร พิมพ์สกุล, "การศึกษาเปรียบเทียบระหว่างระบบควบคุมการผลิตแบบผสมระหว่างแบบผลักและแบบดึงและระบบควบคุมการผลิตแบบ Drum-Buffer-Rope ในกระบวนการผลิตตามสั่งของลูกค้าโดยใช้วิธีการจำลองสถานการณ์", วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา, ปีที่ 22, ฉบับที่ 4, พ.ศ. 2554, หน้า 69-76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[13] กิตติพงศ์ กิตติถาวร และ สิทธิพร พิมพ์สกุล, "การจัดตารางรถขนส่งขาเข้าและขาออกสำหรับศูนย์กระจายสินค้ารูปแบบครอสด็อกในธุรกิจร้านค้าปลีกด้วยวิธีฮิวริสติก", วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ., ปีที่ 35, ฉบับที่ 2, เมษายน-มิถุนายน 2555, หน้า 219-233

[14] สิทธิพร พิมพ์สกุล, ศรสวรรค์ ผุยสี และ เดชพล รุ่งนภาพร, "การลดจำนวนชิ้นงานผลิตซ้ำในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ด้วยวิธีซิกซ์ ซิกม่า", วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา, ปีที่ 23, ฉบับที่ 4, พ.ศ. 2555, หน้า 43-50

[15] S. Pimsakul, N. Somsuk, W. Junboon, and T. Laosirihongtong, "Production Process Improvement using the Six Sigma DMAIC Methodology : A Case Study of a Laser Computer Mouse Production Process", Proceedings of 2012 IEEE 19th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, October 27-29, 2012, pp. 342-346.

[16] ภูวดล หาญเทพินทร์, สิทธิพร พิมพ์สกุล และ ตรีทศ เหล่าศิริหงษ์ทอง, "แบบจำลองการกำหนดตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงาน", วิศวสารลาดกระบัง, ปีที่ 30, ฉบับที่ 4, ธันวาคม 2556, หน้า 1-6

<u>โครงการวิจัย</u>

[1] สิทธิพร พิมพ์สกุล, โครงการวิจัยเรื่อง การออกแบบและการสร้างชุดทดลอง Catapult สำหรับการศึกษาการออกแบบการทดลอง (หัวหน้าโครงการวิจัย) ได้รับการสนับสนุนจากงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2553 คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[2] สิทธิพร พิมพ์สกุล, โครงการวิจัยเรื่อง การออกแบบวิธีการจัดเตรียมตู้คอนเทนเนอร์ด้วยวิธีการจำลองสถานการณ์ กรณีศึกษา บริษัท วินวิน คอนเทนเนอร์ เดโป จำกัด (หัวหน้าโครงการวิจัย) ได้รับการสนับสนุนจากงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2556 คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# หนังสือรับรองการใช้ประโยชน์ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์จากหน่วยงานภายนอก ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1. ข้าพเจ้า (นาย/นาง/นางสาว ชูศักดิ์ เรืองสิโรจน์ทน

ตำแหน่ง รองผู้อำนวยการด้านพัฒนาระบบบริการสุขภาพ

ชื่อหน่วยงาน โรงพยาบาลสมุทรปราการ

สถานที่ตั้ง 71 ถ.ศักดะพาก ต.ปากน้ำ อ.เมือง จ.สมุทรปราการ

เบอร์ติดต่อ 02-7018132-9

ขอรับรองว่าได้นำผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์/งานวิชาการ เรื่อง การปรับปรุงประสิทธิภาพในการดำเนินงาน ของแผนกผู้ป่วยนอก ตามหลักการของการจัดการแบบลีน กรณีศึกษา รพ.สมุทรปราการ

ซึ่งเป็นผลงานของ (อาจารย์/ผศ./รศ.) ดร. สิทธิพร ทิมฟ้าทอง

สังกัดสาขา วิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มาใช้ประโยชน์ในองค์กร/หน่วยงาน/กลุ่มของข้าพเจ้า ทางด้านต่อไปนี้ (โปรดเลือกรูปแบบการนำไปใช้ประโยชน์และสามารถเลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) การใช้ประโยชน์เชิงวิชาการ ระบุ .....

โดยเริ่มนำมาใช้ประโยชน์ ตั้งแต่วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

ถึงวันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

(✓) การใช้ประโยชน์ในเชิงสาธารณะ ระบุ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการผู้ป่วยนอกได้มากขึ้น

โดยเริ่มนำมาใช้ประโยชน์ ตั้งแต่วันที่ ..... เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2556

ถึงวันที่ ..... เดือน มีนาคม พ.ศ. 2557

( ) การใช้ประโยชน์ในเชิงนโยบาย ระบุ .....

โดยเริ่มนำมาใช้ประโยชน์ ตั้งแต่วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

ถึงวันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

( ) การใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ ระบุ .....

โดยเริ่มนำมาใช้ประโยชน์ ตั้งแต่วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

ถึงวันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

ทั้งนี้ ผลจากการที่องค์กร/หน่วยงาน/กลุ่ม ได้นำผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์/งานวิชาการดังกล่าวมาใช้ประโยชน์ พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงในองค์กร/หน่วยงาน/กลุ่ม พอสรุปได้คือ ทำให้มีการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรที่มีอยู่ของแผนกผู้ป่วยนอก รพ.สมุทรปราการได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ข้าพเจ้าขอลงนามในหนังสือรับรองการนำไปใช้ประโยชน์ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อเป็นหลักฐานการนำผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ มาใช้ประโยชน์ดังกล่าว

ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลงลายมือชื่อ .....

(นายชูศักดิ์ เรืองจุติโพธิ์พาน)

ตำแหน่ง รองผู้อำนวยการด้านพัฒนาระบบบริการสุขภาพ

วันที่ 14 / 8.ค. / 2557

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

## ใบแนบหลักฐานการใช้ประโยชน์ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์จากหน่วยงานภายนอก ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

หลักฐานที่แนบมาพร้อมนี้ เพื่อเป็นการยืนยันการนำผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ไปใช้ประโยชน์ (สามารถเลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) ภาพถ่ายกิจกรรม/โครงการ/ผลงานที่ได้พัฒนาจากผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์

( ) เอกสารที่แสดงให้เห็นว่ามีการใช้ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ไปปรับปรุงหรือพัฒนา

( ) ผลงาน ผลิตภัณฑ์ หรือรางวัลที่เกิดขึ้น อันมีผลจากการใช้ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ไปปรับปรุงหรือพัฒนา

( ) ผลประกอบการขององค์กร/หน่วยงาน/กลุ่ม ด้านบัญชี หรือรายได้ที่แสดงให้เห็นว่าเพิ่มขึ้นจากการได้พัฒนาจากผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์

( ) ผลงานหรือหลักฐานอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้